

**APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE SITUACIONES DIDÁCTICAS PARA LA
DETECCIÓN DE FACTORES QUE DIFICULTAN LA INTERPRETACIÓN DE
PROBLEMAS ADITIVOS DE NÚMEROS REALES CON ESTUDIANTES DE NOVENO
DE LA I.E.R. TAMBORES**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA**

PRESENTADO POR:

FABIO ANDRES PADILLA GOMEZ

ASESOR:

DR. JOSE GERARDO CARDONA

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA
PEREIRA**

2018

Resumen

En este trabajo de investigación se detalla la elaboración, aplicación y análisis de resultados de una secuencia didáctica orientada a identificar las dificultades que tienen los estudiantes en la comprensión de los procesos de resolución de problemas.

La secuencia didáctica fue diseñada teniendo como marco teórico la Teoría de Situaciones Didácticas, donde las actividades propuestas fueron planteadas para orientar al estudiante a pasar por situaciones de acción, formulación y validación, al resolver problemas aditivos con números reales.

Como proceso metodológico se utilizó la Ingeniería Didáctica que sirvió para la concepción, realización, observación y análisis de la situación didáctica al confrontar los comportamientos esperados y observados en la experimentación.

La secuencia didáctica se organizó teniendo en cuenta los conocimientos previos que se requieren sobre adición de números reales y lo importante que es la motivación con problemas contextualizados. Esta secuencia se aplicó a 20 estudiantes de la Institución Educativa Rural Tambores, de los cuales se recogió información relevante en el proceso de aprendizaje de este objeto matemático.

Las actividades aplicadas sirvieron para lograr los objetivos de entender los procesos de resolución de las situaciones didácticas que requieren de la adición y su aplicación en problemas contextualizados. Las fases de formulación y validación resultaron particularmente importantes para aclarar confusiones teóricas y errores de procedimiento que ocurrieron en la situación de acción.

Palabras-clave: resolución de problemas, Situaciones didácticas, ingeniería didáctica

Tabla de contenido

Resumen	2
Tabla de contenido	3
Introducción	7
Lista de figuras	8
Lista de tablas	10
1. El problema de investigación	11
1.1. Planteamiento del problema	11
1.2. Antecedentes	12
1.3. Los objetivos	16
1.4 Hipótesis	16
2. Marco teórico y metodología de la investigación	17
2.1. La teoría de Situaciones Didácticas	17
2.1.1. Fundamentos	18
2.1.2. Conceptos básicos	19
2.1.3. Tipos de interacciones con el medio	20
2.2. Ingeniería didáctica	22
2.2.1. Fases de la ingeniería didáctica	23
2.3. La resolución de problemas en la TSD	26

3. Desarrollo de la ingeniería	28
3.1 Análisis preliminar	28
3.1.1. Análisis epistemológico	30
3.1.1.1. Proceso histórico	30
3.1.1.2. Resolución de problemas matemáticos	32
3.1.1.3. Análisis de textos	34
3.1.2. Análisis cognitivo	37
3.1.3. Análisis didáctico	41
3.2 Concepción de la situación didáctica	45
3.2.1. Situaciones didácticas	46
3.2.1.1. Situación didáctica uno: encuesta	46
3.2.1.2. Situación didáctica dos: preparación de la huerta	48
3.2.1.3. Situación didáctica tres: siembra de la huerta	49
3.2.1.4 Situación didáctica cuatro: cosecha	50
3.2.2. Diseño de la secuencia didáctica	51
3.3. Análisis a priori	52
3.4. Descripción de los estudiantes que participaron en la investigación	56

3.5 Fase experimental	59
3.5.1. Características de los estudiantes que formaron parte de la observación	60
3.5.2. Puesta en escena de las situaciones didácticas	61
3.5.3. Logros y dificultades encontradas en el desarrollo de las actividades.	62
3.5.4. Análisis de resultados de las situaciones didácticas	63
3.5.4.1. Situación Didáctica uno: encuesta sobre las hortalizas	63
3.5.4.2. Análisis de resultados de la Situación Didáctica dos	70
3.5.4.3. Análisis de resultados de la Situación Didáctica tres	78
3.5.4.4. Análisis de resultados de la situación didáctica cuatro	85
3.5.5. Situación didáctica modificada	92
3.6. Análisis a posteriori	96
3.6.1. Comparación entre los comportamientos esperados y los encontrados en la experimentación	96
3.6.2. Principales diferencias entre los resultados esperados y los observados	103
3.6.3. Semejanzas entre lo esperado y lo observado	104
3.6.4. Resultados finales de la aplicación de la secuencia didáctica.	106
3.6.4.1 Situación didáctica uno: encuesta inicial	107
3.6.4.2 Situación didáctica dos: preparación	108
3.6.4.3 Situación didáctica tres: siembra	109
3.6.4.4 Situación didáctica cuatro: cosecha	109
3.6.4.5 Análisis pre test y post test	110

4.1 Conclusiones	112
4.1.1 En relación al objetivo general	112
4.1.2 En relación al primer objetivo específico	112
4.1.3 En relación al segundo objetivo específico	113
4.1.4 En relación al tercer objetivo específico	113
4.2 Conclusión final	113
4.3 Observaciones	115
Bibliografía	117
Anexos	121

Introducción

El objeto matemático, puesto en consideración en este trabajo, es la resolución de problemas con números reales, en noveno grado de Educación Básica Secundaria. La metodología utilizada para conocer los factores más relevantes que explican las dificultades de los estudiantes de noveno para resolver problemas matemáticos básicos, estará configurada por un método empírico analítico que permitirá identificar, el objeto de estudio de manera inductiva, y mediante la experiencia para ser analizado posteriormente con base en los resultados obtenidos. La investigación será de tipo descriptiva explicativa, porque en el informe final se enumerarán una serie de posibles causas y consecuencias, además de que no se podrán controlar todas las variables, sólo escogerlas (como lo son la metodología utilizada por los profesores, o las bases matemáticas de los estudiantes entre otras).

Por medio de la metodología empírico analítica se pretende rastrear las posibles causas que dificultan la resolución de problemas matemáticos, con el objeto de que en la búsqueda y hallazgo de las mismas se pueda sugerir soluciones que mejoren el nivel de comprensión, en el sentido de que los estudiantes entiendan plenamente los problemas para poder resolverlos.

Lista de figuras

Figura 1. Resultados de la edad de los estudiantes	57
Figura 2. Resultados del sexo de los estudiantes	57
Figura 3. Resultados del lugar de procedencia de los estudiantes	58
Figura 4. Resultados de la Escuela de procedencia de los estudiantes	58
Figura 5. Resultados del tiempo de permanencia en el sistema escolar	59
Figura 6. Resultados del tipo de familia de los estudiantes	59
Figura 7. Respuestas iniciales a la encuesta	65
Figura 8. Respuestas a la encuesta condensada	66
Figura 9. Tabulación de una de las preguntas	71
Figura 10. Resolución parcial de la pregunta	72
Figura 11 Falta la mitad del perímetro	73
Figura 12 Pregunta no resuelta	74
Figura 13 No se comprende la pregunta	75
Figura 14 No hay claridad de la operación	77
Figura 15 Distorsión en el concepto de multiplicación	80
Figura 16 En esta operación sobra la división	81
Figura 17 Se realiza la operación con los datos disponibles	82
Figura 18 Los estudiantes no se apoyan con gráficos	83
Figura 19. Confusión en los datos a utilizar	84
Figura 20. Resolución donde se omiten etapas	87
Figura 21. Resolución parcial del problema	89

Figura 22. Problema correctamente resuelto	90
Figura 23 Respuestas a la encuesta inicial	108
Figura 24 Respuestas a las preguntas correspondientes a la preparación	109
Figura 25 Respuestas correspondientes a la siembra	110
Figura 26 Respuestas relativas a la cosecha	110
Figura 27 Comparativo estadístico para la situación tres	112

Lista de tablas

Tabla 1: Estándares Básicos.	42
Tabla 2: Situaciones, objetivos y fases	51
Tabla 3: Cronograma de aplicación de actividades	62

1. El problema de investigación

1.1 Planteamiento del problema

El problema central de investigación busca resolver ¿cuáles son algunas de las razones por las cuales los estudiantes de noveno grado tienen dificultades para resolver correctamente problemas matemáticos básicos? Esta inquietud nace debido a que se ha detectado una dificultad en la resolución de problemas en el área de matemáticas, lo que redunda en otros campos del aprendizaje pues los estudiantes no se encuentran preparados para solucionar situaciones problemáticas.

La Institución Educativa Rural Tambores (I. E. R. T.), está ubicada en la Vereda Tambores del municipio de Balboa, Risaralda, cuenta con alrededor de 200 estudiantes, utiliza el modelo de Escuela Nueva, y tiene una modalidad académica.

La muestra estará conformada por 20 estudiantes 16 de ellos de sexo femenino y 4 de sexo masculino, cuyas edades oscilan entre los 14 y 18 años, la gran mayoría de ellos son originarios del departamento de Risaralda, y procede de diferentes veredas del municipio de Balboa, por lo que en su totalidad, son de origen campesino. Las tres cuartas partes de ellos cursaron primaria con el modelo de Escuela Nueva, y en este momento estudian con un modelo de post primaria rural. El 70 % de los estudiantes conforman familias funcionales.

Actualmente se ha evidenciado de manera generalizada una dificultad en la resolución de problemas en el área de Matemáticas, pues si bien los estudiantes manejan los diferentes

algoritmos para resolver las cuatro principales operaciones, al momento de plantear problemas no saben cuál de dichas operaciones deben utilizar, limitando su práctica simplemente a sumar, multiplicar o dividir, pero no a solucionar situaciones concretas.

Después de realizar una indagación preliminar se pudieron detectar varios elementos que requieren revisión en el proceso de enseñanza aprendizaje y que pueden contribuir a dificultar el aprendizaje significativo: una comprensión lectora deficiente por parte de los estudiantes, las metodologías memorísticas implementadas por parte de los profesores, el nivel de autoridad vertical impartida por los mismos, la no estimulación temprana, la poca colaboración de la familia en el acompañamiento desde los hogares, entre otras.

Antecedentes

En términos históricos las matemáticas surgen como una necesidad de contar las pertenencias y conocer la magnitud de las mismas. Los problemas numéricos como tales aparecen posteriormente cuando el hombre se percató de que los fenómenos naturales se podían modelar por medio de las matemáticas.

En la actualidad todos los grupos culturales están rodeados de las matemáticas: aun cuando no se den cuenta de ello, las utiliza cotidianamente, de hecho, si no fuera por las matemáticas muchas de las actividades humanas no se podrían llevar a cabo como hacer compras o controlar el tiempo.

En una vereda como Tambores y un municipio como Balboa, relativamente lejano de grandes urbes como Pereira, el contexto se configura en medio de la naturaleza y una cultura agraria en la

que la mayoría de las actividades giran en torno a la tierra, por lo que podría pensarse que las matemáticas no son necesarias, pero nada más alejado de la realidad: las cosechas se pueden modelar matemáticamente, la forma de sembrar está regida por medidas y los resultados de la recolección están íntimamente relacionados con la efectividad, por sólo mencionar algunos casos.

Es necesario que la escuela brinde herramientas matemáticas para que los estudiantes puedan resolver, en la cotidianidad, sus problemas o situaciones en las que los números estén involucrados, pero es aún más importante que resuelvan estas situaciones acertadamente. En este sentido, Ocampo (2010) afirma lo siguiente, al referirse a la propuesta de la psicología Histórico-Cultural: “La psicología Histórico-Cultural de Vygotsky y sus seguidores postula que el desarrollo psíquico es el resultado de la asimilación de la experiencia social a partir de la práctica individual. El niño, a medida que crece y aprende, asimila la experiencia de la humanidad elaborada a lo largo de su historia. Esta asimilación la realiza en la interacción con el adulto, quien se la transmite al niño principalmente a través de la enseñanza. Desde esta mirada las capacidades de los niños, incluyendo las habilidades matemáticas, no son innatas, sino que se forman durante el desarrollo y el proceso de aprendizaje; por lo tanto, todo niño con un cerebro sano tiene potencialidad para aprender lo que se le enseña en la escuela.” (Ocampo, 2010, p. 3)

El objetivo primordial que pretende este trabajo es investigar precisamente cuáles son las posibles razones por las cuales los estudiantes tienen dificultades para resolver problemas matemáticos, aun cuando cuentan con “un cerebro sano” con el “potencial para aprender lo que se le enseña”, siguiendo a Ocampo (2010). Es importante averiguar cómo y en qué momento se

debe intervenir, para que estas dificultades puedan ser superadas, por eso es necesario realizar un diagnóstico al proceso de enseñanza aprendizaje, es decir, no solo a los estudiantes sino también a las metodologías utilizadas por los docentes.

En ese orden de ideas, se debe determinar si la principal dificultad es la comprensión lectora o la retención de datos (memoria de trabajo), el razonamiento o el esquema mental que depende de la habilidad espacial y temporal o la elección del procedimiento (la operación), el recuento (el cálculo mental), la metodología de enseñanza, la motivación o en fin, cualquier razón que responda al cuestionamiento de por qué si los estudiantes saben sumar y restar no pueden aplicar estas operaciones a situaciones concretas mediante problemas matemáticos.

Piaget (2001) al respecto sintetiza lo siguiente: “En una palabra, el problema central de la enseñanza de las matemáticas consiste en ajustar recíprocamente las estructuras operatorias espontáneas propias de la inteligencia con el programa o los métodos relativos a los campos matemáticos enseñados. Este problema se ha modificado profundamente en las últimas décadas a causa de las transformaciones de las mismas matemáticas; mediante un proceso en apariencia paradójico pero psicológicamente natural y muy explicable, las estructuras más abstractas y más generales de las matemáticas contemporáneas se incorporan a las estructuras operatorias naturales de la inteligencia y del pensamiento mucho mejor de lo que lo hacían las estructuras particulares que constituían el armazón de las matemáticas clásicas y de la enseñanza.” (Piaget, 2001, p. 25)

Estado del arte: las dificultades para resolver problemas matemáticos están generalizadas, se han tomado algunos referentes de Latinoamérica y de España principalmente, reconociendo que es un problema universal en el sentido que se da desde la primaria hasta niveles universitarios.

A continuación se refieren algunos de ellos:

Beck, M. (1999): Diseño e implementación de una estrategia de enseñanza de resolución de problemas matemáticos basada en el logro de un aprendizaje significativo en un grupo de alumnos de Quinto Año Básico.

Conde Caballero, Y., Conde Caballero R. F. (2005). El alumnado de secundaria ante los problemas matemáticos.

Juidías Barroso, J. Rodríguez Ortiz I. R. (2005) Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos.

Riveros, M, et al (2000): Habilidades de pensamiento metacognitivo y resolución de problemas matemáticos. Boletín de Investigación Educacional. Vol 15 (1), Pp. 89 – 107.

Socas, M. M., Hernández, J., Y Palarea, M. M. (2014) Dificultades en la resolución de problemas de matemáticas de estudiantes para profesor de educación primaria y secundaria

Socas, M. M. (1997). La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria.

Villalobos, X. (2008): Resolución de problemas matemáticos: un cambio epistemológico con resultados metodológicos. Revista REICE. Vol 6 (3)

Dificultades en la resolución de problemas matemáticos y su abordaje desde lo pedagógico: Un desafío pendiente para profesores y estudiantes. Fabián Inostroza. Recuperado. <http://blog.numerosyletras.com/2010/03/fundamentos-de-la-psicologia-historico-cultural-para-la-solucion-de-problemas-matematicos/>

http://www.revistaeducacion.mec.es/re342/re342_13.pdf

<http://funes.uniandes.edu.co/5355/1/Socas2014DificultadesInvestigaciones.pdf>

<https://laurabrichetti.files.wordpress.com/2010/12/socas-robayna-dificultades-errores-y-obstaculos-en-el-azaje-de-la-matematica.pdf>

1.3. Los objetivos:

Objetivo general

- Detectar algunas de las posibles razones por las cuales, los estudiantes de noveno grado de secundaria del sector de Tambores, tienen dificultades para resolver problemas matemáticos.

Objetivos específicos

- Diseñar situaciones didácticas que permitan establecer el estado actual del aprendizaje matemático de los estudiantes de noveno grado de Tambores para resolver problemas.

- Aplicar situaciones didácticas que permitan develar las posibles dificultades para resolver problemas matemáticos.

- Analizar las situaciones didácticas aplicadas en cuanto a la forma como se desempeñan los estudiantes al momento de resolver problemas matemáticos.

1.4 Hipótesis

Los estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Tambores tienen dificultades para resolver problemas de matemáticas debido a que no poseen un buen nivel de comprensión lectora, poseen débiles bases matemáticas y las problemáticas no corresponden a situaciones concretas de su entorno.

2. Marco teórico y metodología de la investigación

Este trabajo se ve enmarcado, fundamentalmente, por la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau, y utiliza como metodología la ingeniería didáctica, íntimamente ligada a esta corriente matemática francesa que surgió a finales del siglo pasado, y que hace parte del modelo constructivista de la pedagogía moderna.

2.1. La teoría de Situaciones Didácticas

Explorando nuevas opciones para que el conocimiento se produzca de manera significativa en el estudiante, se encuentra La teoría de Situaciones Didácticas de Guy Brousseau, miembro de la escuela francesa de Didáctica de las Matemáticas.

Esta teoría sostiene que la enseñanza es un proceso centrado en la producción de los conocimientos matemáticos: “El estudiante aprende adaptándose a un medio que es factor de contradicciones, dificultades y desequilibrios, un poco como lo hace la sociedad humana. Este saber, fruto de la adaptación del alumno, se manifiesta por medio de nuevas respuestas, que son la marca del aprendizaje.” (Brousseau, 2007, p. 30)

Es así como, según esta teoría, las situaciones didácticas surgen mediante la adaptación de actividades cotidianas del estudiante con los medios de aprendizaje diseñados por el docente (tales como problemas, ejercicios, actividades, etc.). Cuando esos medios se ponen en funcionamiento, “provocan el conocimiento” en el instante en el que el estudiante se identifica con ese medio, al verse obligado a ofrecer nuevas respuestas. De manera que el aprendizaje es la

forma natural como el conocimiento se vuelve un instrumento de control de la situación, al dominar esas interacciones con el medio.

2.1.1. Fundamentos

La Teoría de Situaciones Didácticas tuvo sus orígenes en Francia y fue elaborada por Guy Brousseau aproximadamente a fines de la década del sesenta del siglo XX. Esta teoría propone un modelo para abordar la enseñanza de la matemática basado en situaciones que propician la construcción de conceptos por parte de los estudiantes de manera autónoma.

Según Brousseau, cuando los docentes parten de los conocimientos previos de sus estudiantes y procuran que aprendan no para un momento fugaz sino para toda la vida, es cuando realmente se alcanza el objetivo más importante de la educación: la pertinencia de lo aprendido. El teórico francés define las situaciones didácticas como:

“Un conjunto de relaciones establecidas entre un grupo de alumnos, el medio y un sistema educativo (representado por el profesor) con la finalidad de lograr que estos alumnos se apropien de un saber constituido. Es responsabilidad del educador hacer un puente entre el conocimiento y el alcance del mismo por parte de los estudiantes de manera tal que se acerque ese conocimiento a sus reales capacidades” (Brousseau, 1986, p. 35)

En este orden de ideas Piaget agrega: “El problema central de la enseñanza de las matemáticas consiste en ajustar recíprocamente las estructuras operatorias espontáneas propias de la inteligencia con el programa o los métodos relativos a los campos matemáticos enseñados.” (Piaget, 2001, p. 27).

En la medida en que se pueda diseñar una situación didáctica pertinente acorde a las necesidades del estudiante, éste podrá no sólo apropiarse, sino también descubrir, conocimientos que para él sean más familiares y por tanto se pueda empoderar de ellos de manera más significativa.

2.1.2. Conceptos básicos

Situación didáctica

Es un problema que busca que el estudiante se apropie del conocimiento que el profesor pretende que descubra. “Para aproximar a los estudiantes desde la escuela hacia el mundo real es importante plantear situaciones problemas que se encuentren en su cotidianidad de tal manera que las situaciones planteadas puedan resolver un problema real” (Brousseau, 1986, p. 11)

Situación a-didáctica

Según el modelo constructivista del conocimiento lo ideal es que el estudiante llegue a conclusiones por sí mismo, de manera que aprenda de forma autónoma sin la intervención de otro actor, y muy especialmente del profesor, quien debe hacerse a un lado para que el concepto matemático sea debidamente interiorizado. En palabras de Brousseau: “Entre el momento en que el alumno acepta el problema como suyo y aquel en que él produce su respuesta, el profesor se rehúsa a intervenir en calidad de oferente de los conocimientos que quiere ver aparecer” (Brousseau, 2007, p.31)

Devolución

Por medio de la devolución el estudiante asume la responsabilidad del conocimiento, pues de ser un receptor, pasa ahora a comunicar los saberes aprendidos por sí mismo al punto que se convierte en un transmisor de conceptos. Según Brousseau la devolución: “Es el acto por el cual el docente hace que el alumno acepte la responsabilidad de una situación de aprendizaje (a didáctico) o de un problema y acepta él mismo las consecuencias de esta transferencia”. (Brousseau, 2007, p. 87)

El contrato didáctico

Para Brousseau (1986), las situaciones didácticas suponen un contrato en el que las cláusulas no pueden definirse con anterioridad a la situación:

“El conocimiento será justamente lo que resolverá la crisis nacida de estas rupturas que no pueden estar predefinidas. Sin embargo, en el momento de estas rupturas todo pasa como si un contrato implícito uniera al profesor y al alumno: sorpresa del alumno que no sabe resolver el problema y que se rebela porque el profesor no le ayuda a ser capaz de resolverlo, sorpresa del profesor que estima sus prestaciones razonablemente suficientes..., rebelión, negociación, búsqueda de un nuevo contrato que depende del “nuevo” estado de los saberes... adquiridos y apuntados” (Brousseau, 1986, p. 16)

2.1.3. Tipos de interacciones con el medio

A las relaciones de un alumno con el medio Brousseau las clasifica en cuatro grandes categorías:

- Intercambios de información no codificada o sin lenguajes (acciones y decisiones)

- Intercambio de informaciones codificadas en un lenguaje (formulación)
- Intercambio de juicios (Validación)
- Institucionalización de los conocimientos.

Situación de acción: cuando el estudiante debe resolver un problema por sus propios medios sin ayuda externa se ve abocado a recurrir a recursos que se ha encontrado con anterioridad. En el caso de las situaciones didácticas, se pretende que el disiente eche mano de conocimientos previos, como lo son los conceptos o metodologías que ha utilizado para que descubra la forma de resolver la situación que se le ha planteado, pues en la medida en que el estudiante indague y profundice a cerca de la situación en esa misma medida obtendrá resultados óptimos.

Situación de formulación: una vez el estudiante ha resuelto la situación e interiorizado el concepto involucrado, la mejor forma de demostrar este conocimiento es comunicárselo a otro, o lo que es mejor aún, creando un discurso alrededor del mismo, que permita verificar que el conocimiento adquirido, no solamente pudo ser apropiado, sino que además se pueden inferir conclusiones a raíz del mismo y de la situación didáctica planteada.

Situación de validación: también llamado fase de demostración, el estudiante debe probar los instrumentos utilizados para lograr resolver la situación planteada, pero además debe estar dispuesto a defender con argumentos el porqué de las decisiones tomadas. A partir de aquí el estudiante puede emitir juicios para comprobar toda la metodología utilizada: “El alumno no sólo tiene que comunicar una información, sino que también tiene que afirmar que lo que dice es verdadero en un sistema determinado, sostener su opinión o presentar una demostración” (Brousseau, 2007, p. 23).

Situación de institucionalización:

“Es una situación de formalización de un conocimiento matemático producido por los alumnos y el saber cultural. Durante esta situación se deben sacar conclusiones, recapitular, sistematizar, ordenar y vincular lo que produjeron los alumnos en el desarrollo de las secuencias didácticas. La institucionalización es de alguna manera complementaria a la devolución” (Figuerola, 2013, p. 14)

2.2. Ingeniería didáctica

La ingeniería didáctica como metodología de la investigación surge a raíz de la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau y la transposición didáctica de Chevallard. Metodología implementada por la matemática francesa Michell Artigue quien argumenta que la investigación pedagógica se puede hacer con el rigor que requiere una obra de ingeniería sin perder su carácter social:

“Se denomina con este término a una forma de trabajo didáctico equiparable con el trabajo del ingeniero quien, para realizar un proyecto determinado, se basa en los conocimientos científicos de su dominio y acepta someterse a un control científico. Sin embargo, al mismo tiempo se encuentra obligado a trabajar con objetos mucho más complejos que los objetos depurados por la ciencia y, por lo tanto, tiene que abordar prácticamente, con todos los medios disponibles, problemas que la ciencia no quiere o no puede hacerse cargo” (Artigue, 1995, p. 34)

2.2.1. Fases de la ingeniería didáctica

Toda obra de ingeniería tiene sus fases o estadios, así también esta metodología requiere de ciertos pasos para llevar a cabo su diseño y desarrollo:

Análisis Preliminar: en esta primera fase de la ingeniería se estudian aspectos relacionados con el objeto matemático a estudiar y sirve de punto de partida para la fase de concepción. Estas etapas tienen en cuenta componentes epistemológicos, didácticos y cognitivos relacionados con las situaciones que se pretenden implementar.

Es así como esta fase de la ingeniería permite identificar las dificultades de la escuela tradicional, los obstáculos epistemológicos y las restricciones que se encontrarán. Para alcanzar esos objetivos, esta fase desarrolla tres dimensiones: un componente epistemológico, que estudia el saber en juego y construye un referente histórico y un análisis de textos; un componente didáctico, que observan las características del sistema de enseñanza donde se aplicarán las situaciones didácticas, recursos didácticos y efectos que ocasionan; y por último, un componente cognitivo, que analizarán la forma en que los estudiantes adquieren los conocimientos, incluyendo las dificultades y obstáculos propios del proceso de enseñanza aprendizaje.

La concepción y el análisis a priori: una vez se ha hecho una revisión previa del objeto matemático, así como un análisis de los estudiantes con los que se desarrollará la investigación y la manera como se están formando académicamente, se procederá a concebir las situaciones a aplicar y se preverán algunos comportamientos por parte de los estudiantes.

En la fase de concepción se tienen en cuenta las variables elegidas y la forma como serán controladas y manipuladas. En el análisis a priori se tienen en cuenta los resultados esperados por

parte de los estudiantes, las intervenciones del profesor y las posibles dificultades que se presentarían.

En palabras de Artigue:

” Este análisis a priori se debe concebir como un análisis de control de significado. Esto quiere decir, de forma muy esquemática, que, si la teoría constructivista sienta el principio de la participación del estudiante en la construcción de sus conocimientos a través de la interacción con un medio determinado, la teoría de las situaciones didácticas que sirve de referencia a la metodología de la ingeniería ha pretendido, desde su origen, constituirse en una teoría de control de las relaciones entre el significado y las situaciones” (Artigue, 1998, p. 44)

De manera que una de las fortalezas de la teoría de las situaciones didácticas radica en que esta metodología permite la validación de los conocimientos desde el momento mismo de la concepción de las situaciones, por medio del análisis a priori.

Experimentación: en esta etapa se lleva al aula de clase la secuencia didáctica que concebida en la fase anterior, de manera que los estudiantes pongan en práctica los conocimientos que el docente desea que descubran por sí mismos, teniendo en cuenta que el contacto con el investigador debe ser controlado, de manera que se pueda establecer la construcción de los conceptos por parte del grupo. Sin embargo, lo que sí debe hacer el educador, es una atenta observación de la forma como se desarrollan las situaciones, para realizar posteriormente el análisis consecuente.

Por lo tanto, la experimentación según el pedagogo Costarricense Edison De Farías supone: “La explicitación de los objetivos y condiciones de realización de la investigación a los

estudiantes participantes en la experimentación; el establecimiento del contrato didáctico; la aplicación de los instrumentos de investigación y el registro de las observaciones” (De Farías, 2006, p. 5)

Esta fase es crítica en el desarrollo de la investigación pues de ella dependen los resultados de la misma, de tal manera que de su juiciosa ejecución se espera, como resultado, reconocer las dificultades que los estudiantes tienen para resolver problemas, haciendo énfasis en el papel tan importante que juega en ella el investigador, pues no debe incidir en la resolución de las situaciones.

Análisis a posteriori: la última fase de la ingeniería didáctica recoge todos los datos obtenidos en la experimentación y hace un análisis de los mismos teniendo en cuenta el análisis a priori y la manera como los dos se relacionan.

El producto de esta fase depende mucho de un exhaustivo análisis preliminar y de una juiciosa aplicación de la fase de experimentación. La validación de los resultados depende de los supuestos, en cuanto a la manera no sólo en que los estudiantes resuelvan las situaciones planteadas, sino también si son coherentes con lo esperado y las razones que explican esa coherencia. De otro lado, y lo que resulta más importante aún, cuando en esta fase no son coherentes los resultados esperados, la validación permite identificar cuáles son las razones que obedecen a que eso suceda.

En este punto de la ingeniería, la validación de la hipótesis comienza a tomar forma a tal punto que de aquí nacen las conclusiones del trabajo de investigación que aún, si no se ciñen a

las predicciones hechas, deben arrojar un producto que aunque puede quedar incompleto, por lo menos representará un eslabón para continuar con una investigación más profunda.

2.3. La resolución de problemas en la TSD

Una vez establecidos los referentes puramente teóricos, y para desarrollar el presente trabajo se deben tener en cuenta dos de los referentes más importantes para la resolución de problemas, como lo son el húngaro George Polya y el español Pedro Puig Adam.

Para Polya existen cuatro pasos para resolver los problemas matemáticos: el primero de ellos es comprender el problema donde es fundamental el grado de comprensión de lectura de los estudiantes. El segundo paso es conseguir un plan para llegar a la solución, paso que para la mayoría de los estudiantes representa dificultades lo cual entorpece también el tercer paso, relacionado con la ejecución del plan. Finalmente, el último, hace referencia a la evaluación con respecto al problema, a es decir, comparar si las respuestas son coherentes con lo planteado por la situación problemática.

La forma tradicional de resolver los problemas en la escuela se limita a seguir una serie de reglas para resolverlos metódicamente y sin mayor análisis, y lo que resulta aún más importante, se podría decir, que sin entender completamente el proceso. Esto se debe a que los estudiantes simplemente aprenden reglas y las aplican, lo que supone un proceso automático y sin reflexión, que debería cambiar, de manera que la matemática se convierta en analítica. Puig Adam plantea al respecto: “Ese proceder es tanto más peligroso cuanto que el alumno mismo, en su afán de

acción, acoge con alegría las reglas que le permitan actuar rápidamente antes de asimilar las esencias metódicas” (Puig Adam, 1960, p. 162).

En este mismo sentido Brousseau afirma:

” Concepciones actuales de la enseñanza van a exigir al maestro que provoque en el alumno, por medio de los problemas, las adaptaciones deseadas. Esos problemas deben lograr que el alumno pueda aceptarlos, y que, por su propio movimiento, que actúe, hable, reflexione y evolucione. Entre el momento en que el alumno acepta el problema como suyo y aquel en que él produce su respuesta, el profesor se rehúsa a intervenir en calidad de oferente de los conocimientos que quiere ver aparecer”. (Brousseau, 2007, p. 31)

Por todo lo anterior, reflexionar sobre el por qué a los estudiantes se le dificulta tanto pensar matemáticamente, es una de las inquietudes del presente trabajo de investigación. En ese sentido, se pretende abordar las razones por las cuales los estudiantes no pueden resolver problemas matemáticos, desde la perspectiva de la teoría de las situaciones didácticas, y desde las propuestas de teoría del aprendizaje significativo, que les da pertinencia a los conocimientos adquiridos.

En síntesis, la resolución de problemas es una habilidad fundamental de la matemática y si bien, el aprendizaje basado en problemas, como metodología, no es igual a las situaciones didácticas planteadas por Brousseau, se establece un claro nexo entre las dos, pero para que el aprendizaje sea realmente significativo, ni la una ni las otras deben depender del profesor y muy al contrario, su principal protagonista debe ser el estudiante.

3. Desarrollo de la ingeniería

La ingeniería didáctica como una metodología de investigación emula, según Artigue (1998), el trabajo del ingeniero, para realizar un proyecto determinado dentro del aula. Tiene como base los conocimientos científicos, pero aborda factores mucho más complejos como lo son los sociales.

Como obra de ingeniería prioriza la experimentación: “Como metodología de investigación, la ingeniería didáctica se caracteriza en primer lugar por un esquema experimental basado en las “realizaciones didácticas” en clase, es decir, sobre la concepción, realización, observación y análisis de secuencias de enseñanza”. (Artigue, 1998, p. 37)

Las diferentes fases de la ingeniería didáctica que se tratarán en este capítulo son las del análisis preliminar, la concepción y análisis a priori, la fase experimental, y el análisis a posteriori. Así mismo, el análisis preliminar tiene en cuenta tres aspectos: un componente epistemológico, un aspecto cognitivo y uno didáctico. En la concepción y análisis a priori se diseñan las situaciones didácticas a implementar y se establecen una serie de comportamientos esperados.

3.1 Análisis preliminar

En esta fase inicial la Ingeniería didáctica plantea la necesidad de determinar los contenidos a estudiar, así como la capacidad de los estudiantes para desarrollarlos, teniendo en cuenta los saberes previos, además de considerar la forma en que la institución educativa se encarga de planear la transmisión de este tipo de saberes.

En el caso de la aplicación específica de este proyecto de investigación en la I. E. R. Tambores, se ha de tener en cuenta que el tipo de enseñanza, en la práctica, es el tradicional, con todos los efectos que esto conlleva, así como las dificultades de los estudiantes, las cuales son de diversa naturaleza: desde las relacionadas con, las bases conceptuales que ellos traen, hasta su desinterés por las matemáticas y el poco acompañamiento por parte de sus padres, sin perder de vista que lo que pretende este proyecto es conocer el por qué se presentan deficiencias para resolver situaciones problemas que requieren el uso de las matemáticas.

Siguiendo la propuesta investigativa de la ingeniería didáctica, el análisis preliminar de este trabajo se fijará esencialmente en tres aspectos fundamentales: el epistemológico que toma como objeto de estudio la adición de los números reales en la resolución de problemas matemáticos, el aspecto cognitivo que busca identificar cómo los estudiantes de noveno grado resuelven este tipo de situaciones y el aspecto didáctico que indaga, entre otras, la forma en que la institución educativa rural Tambores ofrece desde sus planes de estudio el abordaje del tema específico.

Componente Epistemológico: De manera concreta, este componente permite realizar un estudio histórico, que sintetice los fundamentos teóricos de la solución de problemas matemáticos basados en la adición de números reales y se analicen algunos textos relacionados.

Componente Cognitivo: Este aspecto busca establecer las características de los estudiantes de Tambores considerando la manera en que utilizan la adición y la forma de resolver problemas, así como también sus conocimientos previos al respecto.

Componente Didáctico: este componente permitirá analizar los lineamientos curriculares del sistema educativo colombiano y de manera concreta la metodología de Escuela nueva empleada en la Institución educativa, para identificar cómo ésta influye en la resolución de situaciones problema que involucran conocimientos matemáticos.

3.1.1. Análisis epistemológico

Para analizar las características de la resolución de problemas matemáticos, como objeto general de esta investigación, es necesario hacer referencia a los antecedentes históricos que hicieron de este tópico (la resolución de problemas) una de las posibles razones por las cuales evoluciona la matemática como área del conocimiento. Posteriormente, se examinarán, algunos textos que sirven de base en la institución para la enseñanza de resolución de problemas.

3.1.1.1. Proceso histórico

La solución de problemas es un proceso casi tan antiguo como la matemática misma y hasta se podría decir que es anterior a ella en el sentido en que para resolver un problema se utiliza la matemática, de manera que el problema es primero que los números.

Ya desde el famoso papiro Rhind, documento didáctico del antiguo Egipto que data del siglo XVI a. C., aparecen los problemas matemáticos. La Historia registra también las tablillas de arcilla de Babilonia, donde se conoce por lo menos 50 de ellas dedicadas a este tipo de problemas. Según Boyer: “los cientos de problemas de tipos muy parecidos que aparecen en las tablillas cuneiformes tienen todo el aspecto de ser ejercicios que debían resolver los escolares siguiendo ciertos métodos conocidos o reglas generales.” (Boyer, 1986, p. 66)

En la China antigua se conocieron los cuadros mágicos similares al popular juego, sudoku, y en la época helenística Tales de Mileto usó la geometría para resolver problemas como el cálculo de la altura de las pirámides y la distancia de los barcos desde la orilla. Diofanto de Alejandría es famoso por el epitafio que invita al lector a calcular la edad de su muerte, e incluso algunos autores argumentan allí el nacimiento de la heurística. En palabras de J. M. Sigarreta (2006):

” Al penetrar en la Grecia se conoce que, aunque el cálculo se enseñaba en la Escuela elemental, la sociedad griega se mostraba, realmente, poco interesada por la formación intelectual y técnica de los niños y jóvenes. Al igual que los textos babilonios o egipcios, los problemas planteados se refieren explícitamente a una situación concreta, incluso esta es muchas veces un artificio con fines pedagógicos” (Sigarreta, 2006, p. 55)

Entre el siglo XI y XII el matemático musulmán Al Juarismi junto con el álgebra problematizarían la situación y en la Edad Moderna Descartes escribiría *El discurso del método*. Considera George Polya que las palabras siguientes de Descartes describen el origen de las Reglas: “Cuando, en mi juventud, oí hablar de invenciones ingeniosas, trataba de saber si no podría inventarlas yo mismo, sin incluso leer al autor, así advertí que me conformaba a ciertas reglas.” (Polya, G. 1945, p. 109)

En el siglo XVIII resulta necesario destacar al suizo L. Euler, a los franceses Joseph-Louis Lagrange, Henri Poincaré y Jacques Hadamard y al Checo Bernard Bolzano. Posteriormente, sería Polya quien publicaría *Cómo plantear y resolver problemas (How to Solve It*, por su título en inglés):

” En materia de resolución de problemas es corriente que los historiadores y estudiosos escindan sus análisis en dos etapas, claramente delimitadas por el año 1945. La razón es simple: en ese año salió a la luz “How to Solve It”, del matemático y pedagogo húngaro G. Polya” (Sigarreta, 2006, p. 61)

En conclusión, toda la historia de la matemática se ha visto permeada necesariamente por la resolución de problemas matemáticos, de principio a fin, hasta el punto que existen metodologías basada en la resolución de problemas; tópico que se desarrollará a continuación.

3.1.1.2. Resolución de problemas matemáticos:

Diferentes informes evaluativos internacionales sobre educación matemática, como los Informes PISA, evidencian los pobres resultados obtenidos en matemáticas y, específicamente, en la resolución de problemas. Ello, ha sido un motivo para poner de manifiesto la importancia de la resolución de problemas de matemáticas en la enseñanza obligatoria. Pero no desde el punto de vista que se deben aprender a resolver pruebas para mejorar los niveles educativos sino desde la perspectiva de que se deben resolver situaciones problemas de la vida diaria para mejorar el nivel de la misma.

Si bien la resolución de problemas desarrolla las habilidades matemáticas, es de suma importancia reconocer que existen diferentes tipos de problemas y así mismo diferentes formas de encarar su desarrollo.

Se han clasificado distintos tipos de problemas matemáticos: aritméticos, geométricos, de razonamiento, de lógica, de azar entre otros, por lo que resulta fundamental establecer la diferencia entre un problema y un ejercicio, ya que este último es fácil de resolver pues se

conoce el algoritmo que se debe aplicar, convirtiéndolo en un desarrollo mecánico. Un problema, en cambio, se puede definir como una situación que no se ha resuelto antes, de manera que para hacerlo hay que aplicar un razonamiento que a la postre será más importante que la misma operación.

Para el presente trabajo, se utilizarán los problemas aritméticos aditivos, que son aquellos en los que en su resolución entran a formar parte dos operaciones: suma y resta, ya sea de una etapa (para resolver solo requiere una sola operación) o de más de una etapa (requiere dos o más operaciones). La matemática israelí Pearla Nesher distingue en su modelo de análisis tres componentes de los problemas aditivos: el sintáctico, el de la estructura lógica y el componente semántico (Nesher, 1982).

El componente sintáctico está integrado por dos partes: una parte informativa y la pregunta del problema. En muchas ocasiones, estas dos partes son claramente distinguibles, en cualquier problema, pero, en algunos casos la pregunta es todo el enunciado del mismo. La parte informativa y la pregunta del problema siempre contienen dos tipos de cantidades: unas que son proporcionadas, como los datos y la otra que corresponde a la incógnita. Esto no quiere decir que en un problema no pueda haber otras cantidades presentes, sino más bien que éstas son las únicas que resultan imprescindibles a la hora de responder o resolver correctamente el problema.

Para Nesher (1982) la estructura lógica de un problema de una etapa (una sola operación) bien formado, de adición o sustracción, contiene, implícita o explícitamente, tres proposiciones: dos en la parte informativa y una tercera en la pregunta del problema.

El contenido semántico de un problema aritmético de enunciado verbal, según Nesher (1982), puede ser analizado a trozos o globalmente, atendiendo a la naturaleza y el sentido del texto como un todo. De aquí que ciertos autores clasificaran los problemas aritméticos de enunciado verbal en tres grandes categorías: cambio, reunión (llamada de combinación por otros autores) y comparación.

De la misma forma Nesher (1982) afirma que los problemas de cambio se caracterizan por la presencia de una acción, modificando una cantidad inicial y dando como resultado el incremento o decremento de la cantidad (si se trata de un problema aditivo o de sustracción). Los problemas de reunión (o combinación) son aquellos en los que se describe una relación entre conjuntos que responde al esquema para parte-todo. La incógnita del problema puede versar acerca del todo o acerca de una de las partes. Dentro de la categoría de comparación se incluyen los problemas que presentan una relación estática entre dos cantidades, denominadas cantidad de referencia, cantidad comparada y diferencia. Aquí se pueden incluir los problemas de igualación, los cuales reúnen los problemas que contienen dos cantidades diferentes, y se actúa sobre una de ellas aumentándola o disminuyéndola hasta conseguir hacerla igual a la otra.

3.1.1.3. Análisis de textos

Algunos textos, utilizados en la Institución Educativa Tambores, tratan someramente la forma de resolver problemas; en bachillerato. Sin embargo, en el currículo del colegio no existe un capítulo especial para este tema en concreto: o bien se transversaliza a todos los niveles, la resolución de problemas o bien se asume como que está presente en todos los temas.

Existen dos formas, básicas; de afrontar los problemas matemáticos en la escuela: la de la educación tradicional, en la que los problemas son el último escaño de la escalera para aplicar

todos los conceptos aprendidos y la de la Escuela Nueva, donde se parte del problema para descubrir los conceptos que se deben conocer para resolverlos.

La Institución Tambores se fortalece actualmente con la metodología de Escuela Nueva en la básica y media rural; entendiendo el modelo como una totalidad organizada y relacionada que permite llevar a la práctica los principios y fundamentos de las pedagogías activas, para promover un aprendizaje autónomo, participativo y colaborativo, junto con un currículo flexible. Como lo explica el portal educativo *Colombia Aprende*, este modelo desde la década de los 70 está orientado en Colombia a la población rural como mecanismo para mejorar los niveles de cobertura y calidad educativa en estas poblaciones vulnerables, mediante la educación por multigrados (1, 2 ó 3 docentes con varios cursos en una misma aula de clase) (Recuperado de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-94519.html>).

Un análisis más detenido del Plan de Estudios de la Institución Educativa Rural Tambores, en el nivel de preescolar, se establece como contenido la resolución de problemas en el grado de Transición, pero sin determinar los pasos que se deben seguir, ni siquiera explícitamente, en la dimensión lógica. En primaria no se considera el tema como contenido y en secundaria apenas si se menciona sin ningún tipo de énfasis.

Con respecto a los textos utilizados para la enseñanza de la matemática, existen varios ítems para analizar: el primero es el conjunto de guías publicadas para seguir el modelo de Escuela Nueva, que fundamenta el aprendizaje en la autonomía del estudiante, gracias a guías propias; el segundo es el programa Todos a aprender que lleva a cabo el Ministerio de Educación, iniciativa gubernamental que busca elevar la calidad de la educación primaria por medio del

acompañamiento de tutores en el aula; en tercer lugar, a nivel de secundaria el modelo Escuela nueva se conoce como Post-primaria con sus textos guías respectivos; en cuarto lugar se analizan los textos con que tradicionalmente se enseña la matemática que son usados en la institución.

En las cartillas utilizadas en Escuela nueva (MEN, 2010) no se tiene en cuenta la resolución de problemas como un tema específico, situación que es recurrente a la mayoría de los textos, que posteriormente se ve reflejado no solamente en el currículo sino también en los procesos de enseñanza aprendizaje.

El programa *Todos a aprender* del Ministerio de Educación Nacional, que busca mejorar la calidad de la educación, presenta unos textos donde en segundo de primaria se plantea la resolución de problemas de una manera espontánea, sin desarrollo: resulta anecdótico que, por ejemplo, designen secciones para desarrollar algoritmos de multiplicación por ejemplo y no mencionen un método para resolver problemas que implique la multiplicación.

En los textos de Post-primaria hay un apartado de resolución de problemas, pero ni siquiera hacen referencia a un método o un plan para la solución de los mismos, simplemente resuelven los problemas sin mayor análisis, hacen un ejemplo y proponen ejercicios. No hay nada de heurística, pese a que se proponen cuatro pasos para desarrollar los temas: lo que sabemos, lo que vamos a aprender y ejercitemos lo aprendido y apliquemos lo aprendido; esta última etapa, sería el espacio propicio para trabajar resolución de problemas. Solamente hasta el módulo del grado noveno, cuando se hace referencia a la solución de ecuaciones lineales, se propone el método heurístico de Polya y es aplicado en la resolución de ejemplos.

Con respecto a los textos formales, que son los que se usan en la escuela tradicional, el texto Los caminos del saber 1, de Santillana (2013), propone inventar problemas. En otro texto, para segundo de primaria, de Santillana, La casa del saber, plantea un método de cuatro pasos: leer, seleccionar datos, estrategia y comprobar, y en quinto, de la misma serie, instruye en la forma de resolver problemas con un método muy parecido al de Polya, llamando los cuatro pasos: comprende, piensa, calcula y comprueba, pero en estos dos últimos casos aparece como forma accesoria al tema tratado y no como una explicación metódica para la resolución reflexiva de un problema.

Desde el punto de vista de los textos y de la pedagogía tradicional, los estudiantes no resuelven problemas simplemente porque no se les enseña a hacerlo, no existe en el plan de estudios para enseñarles un procedimiento secuencial y reflexivo para solucionar una situación, no es necesario recurrir a la metodología de aprendizaje basado en problemas, ni siquiera empezar el desarrollo de los temas por plantear el problema, es necesario que se les indique los pasos que deben seguir para resolver un problema y no simplemente pretender que los resuelvan por sobreentrenamiento.

3.1.2. Análisis cognitivo

En términos generales, los niños saben resolver problemas antes de empezar a leer y escribir, mientras un niño juega, resuelve diferentes tipos de conflictos, pues necesita hacerlo para desarrollar un juego y más aún si el niño realiza algún tipo de trabajo u oficio. El niño que carga leña o lleva agua o la niña que cocina o lava ropa, deben tomar pequeñas decisiones que les

ayudan a resolver problemas, mientras desarrollan sus actividades, ya sean guiadas por sus padres o por simple imitación.

Una vez el niño ingresa al sistema escolar se deben tener en cuenta los diferentes aspectos que influyen en el desarrollo cognitivo, entre ellos los procesos de enseñanza aprendizaje, el juego como elemento dinamizador, las necesidades del niño, su forma de aprender, la relación con el profesor, entre otras.

Para este apartado se considerarán dos aspectos principales como lo son el proceso de enseñanza y la comprensión lectora. Los análisis cognitivos de los procesos de enseñanza se refieren a los conocimientos que el niño trae a la escuela y la forma como se conjugarán con los de ésta. En cuanto a la comprensión lectora, esta investigación pretende analizar los diferentes niveles de la misma, para relacionarla con los resultados obtenidos.

Con respecto al proceso de enseñanza aprendizaje de suma y resta, existen procedimientos cognitivos asociados son los que tienen que ver con: habilidad mental, comprensión y visualización, que están íntimamente relacionados con las necesidades propias de los estudiantes de acuerdo a su contexto y a su aprendizaje instrumental (conocimiento previo), y que deben ser puestos en sintonía con la Escuela (adecuación curricular), que intenta integrar diferentes necesidades y condiciones del niño.

Con relación a ese aprendizaje instrumental, es importante destacar que el conocimiento previo es primordial para iniciar el proceso educativo:

“El conocimiento previo del niño, se construye a través de la interacción con los miembros y elementos del contexto, observa, se expresa, juega con sus pares o con los adultos. La interacción cotidiana con su medio y sus elementos, juegan un papel importante en la manera de cómo el niño se desenvuelve en su salón“ (Pérez, 2016, p. 115)

Los niños que llegan a la escuela ya tienen ejercicios matemáticos previos, pues traen consigo conocimientos, aunque aún no estén desarrollados. Los niños en su comunidad, por ejemplo, observan los anuncios, dibujos, letreros, etc. y reconocen algunos números, por lo que han adquirido conocimiento a partir de las vivencias cotidianas, o de manera previa a un nivel escolar, como sucede con preescolar. Pero realmente el conocimiento empírico-práctico lo han aprendido mayoritariamente en su cotidianidad.

Algunos de esos conocimientos matemáticos previos comprenden: conocer y aplicar las propiedades de orden de los números reales, poseer conceptos claros de suma y resta, establecer relaciones de cantidad entre números, comprender qué son los números decimales, resolver problemas básicos, interpretar y comprender inferencialmente, comprender el concepto de números racionales y crear textos.

Desde el punto de vista de los niveles de comprensión lectora, los estudiantes de la I. E. R. Tambores tienen dificultades que se evidencian cuando se les lee el problema, pues lo entienden mucho mejor que cuando son ellos mismos los que leen. En el proceso de comprensión se realizan diferentes operaciones que pueden clasificarse en los siguientes niveles según Jurado (2014): comprensión literal, donde se recupera la información explícitamente planteada en el

texto; comprensión inferencial, que permite, utilizando los datos explicitados en el texto, más las experiencias personales y la intuición, realizar conjeturas o hipótesis; comprensión crítica, mediante la cual se emiten juicios valorativos; comprensión apreciativa, que representa la respuesta emocional o estética a lo leído, comprensión creadora, que incluye todas las creaciones personales o grupales a partir de la lectura del texto.

Todos los estudiantes de la I. E. R. Tambores hacen una lectura literal de la situación, de manera que responden correctamente a las preguntas citadas explícitamente en el texto, un poco más de la mitad hacen una lectura inferencial pues relacionan sus experiencias, no se limitan al texto. Esta misma cantidad de estudiantes pueden combinar la lectura inferencial y literal, pero pocos estudiantes pueden crear un problema, relacionado con una huerta, por ejemplo, donde se puedan aplicar las matemáticas.

Fue así como al desarrollar un diagnóstico sobre una situación problema, (anexo 1) relacionada con una huerta, se pudieron evidenciar varias dificultades: los estudiantes no pueden plantear un problema matemático, relacionado con una huerta, pero sí tienen claro que necesitan las matemáticas para planearlo. Algunos estudiantes no pueden resolver problemas de combinación (35%); son pocos los que resuelven problemas de varias etapas (20%) y en los casos en los que requieren aplicar la lógica (aún en una sola etapa) los estudiantes se confunden (como sucedió con preguntas como “cuántos días hay del 16 de enero al 2 de febrero”). Vale la pena destacar también que, aunque son pocos los que tienen dificultades con el valor posicional (10%), es muy común que, al observar los números, desarrollen de manera automática cualquier operación con ellos de manera irreflexiva (60%) o que cuando los estudiantes deben hacer una

multiplicación, sumen. En cualquier caso, fue una tendencia general que resolvieran problemas de cambio (75%), pero de tan solo una etapa, pues a partir de dos etapas se presentaron dificultades serias.

3.1.3. Análisis didáctico

El contexto didáctico alrededor del cual aprende el estudiante está influenciado por la institución, el docente, la familia, las formas en que aprende el individuo, el sistema educativo, entre otras.

En la Institución de Tambores existe un Proyecto Educativo Institucional que se supone orienta tanto los contenidos como la forma de enseñar y aprender y está permeado por los libros de texto, así como el currículo oficial. El modelo educativo de la institución, como ya se ha mencionado, es el de Escuela nueva, que posee un conjunto de textos particulares para el desarrollo cooperativo y/o autónomo de las temáticas tanto en primaria como post-primaria o secundaria. Los contenidos están enmarcados por los estándares que determina el establecimiento estatal, pero en ninguno de ellos se aborda la resolución de problemas como un tema específico o como un momento final dentro de las actividades propuestas, ni tampoco se plantea explícitamente la forma de resolver los problemas allí propuestos.

Es así como en los Estándares y Competencias establecidos por el Ministerio de Educación Nacional, la resolución de problemas aparece como un proceso general de la actividad matemática tanto en los lineamientos, como en la formulación y el tratamiento de problemas; Sin embargo, cuando se examinan por ejemplo los tipos de pensamiento matemático, especialmente el numérico, se plantea en forma específica la competencia de “cómo formular y resolver

problemas con operaciones aditivas”, por ejemplo, en los primeros grados; pero en ningún momento existe un estándar que requiera que se le enseñe un método al estudiante para resolver problemas, es decir, se les orienta en lo que deben hacer pero no se les dice cómo hacerlo. (M. E. N. 2006)

A continuación, se relacionan los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas que tienen que ver con el presente trabajo:

Tabla 1. Estándares Básicos

Grado	Pensamiento	Estándares
Primero a tercero	Numérico y sistemas numéricos	Resuelvo y formulo problemas en situaciones aditivas de composición y de transformación. Resuelvo y formulo problemas en situaciones de variación proporcional.
	Aleatorio y sistemas de datos	Resuelvo y formulo preguntas que requieran para su solución coleccionar y analizar datos del entorno próximo
Cuarto a quinto	Numérico y sistemas numéricos	Resuelvo y formulo problemas en situaciones aditivas de composición, transformación, comparación e igualación. Resuelvo y formulo problemas en situaciones de proporcionalidad directa, inversa y producto de medidas
Sexto a séptimo	Numérico y sistemas numéricos	Resuelvo y formulo problemas en contextos de medidas relativas y de variaciones en las medidas. Resuelvo y formulo problemas utilizando propiedades básicas de la teoría de números, como las de la igualdad, las de las distintas formas de la desigualdad y las de la adición, sustracción, multiplicación, división y potenciación. Resuelvo y formulo problemas cuya solución requiere de la potenciación o radicación.
	Espacial y sistemas geométricos	Resuelvo y formulo problemas que involucren relaciones y propiedades de semejanza y congruencia usando representaciones visuales. Resuelvo y formulo problemas usando modelos geométricos.
	Métrico y sistemas de medidas	Resuelvo y formulo problemas que involucren factores escalares (diseño de maquetas, mapas). Resuelvo y formulo problemas que requieren técnicas de estimación.
	Aleatorio y sistemas de datos	Resuelvo y formulo problemas a partir de un conjunto de datos presentados en tablas, diagramas de barras, diagramas circulares.

Octavo a noveno	Numérico y sistemas numéricos	Resuelvo problemas y simplifico cálculos usando propiedades y relaciones de los números reales y de las relaciones y operaciones entre ellos.
	Aleatorio y sistemas de datos	Resuelvo y formulo problemas seleccionando información relevante en conjuntos de datos provenientes de fuentes diversas. (Prensa, revistas, televisión, experimentos, consultas, entrevistas).

De otro lado, es importante detenerse a examinar otro de los factores que merecen observación: la familia, pues son en su mayoría campesinos con niveles de estudio básicos, que no se involucra mucho con la formación de los muchachos, y su deber se limita a asistir a los requerimientos del colegio y seguir someramente el desarrollo académico de sus hijos o acudidos, pues en muchos casos no son los padres quienes están a cargo de los estudiantes.

Vale la pena mencionar que, en muy pocas ocasiones, por no decir nunca, se tiene en cuenta la forma en que aprenden los estudiantes. En el caso particular de la Institución de Tambores, exponer un tema en el tablero o explicar, es la forma como los docentes comunican inicialmente las temáticas que luego reforzarán con tareas, ejercicios o incluso problemas. Lo anterior, sumado a las exigencias de la Secretaría de Educación de Risaralda, de baja reprobación por parte de los estudiantes, influye notablemente en las dificultades para alcanzar una buena calidad de los niveles educativos.

Otro de los factores que plantea el Análisis Didáctico tiene que ver con identificar cómo aprenden los estudiantes: se debe pensar primero en cómo reciben la información, cómo la organizan y posteriormente cómo la procesan. La pueden recibir a través del sentido de la vista, el oído o a través del tacto; por su forma de pensar la pueden organizar en el hemisferio derecho o izquierdo del cerebro, y finalmente, al momento de procesar la información podrían ser

asimiladores, acomodadores, convergentes o divergentes, de acuerdo con la clasificación de David A. Kolb (1983) de los diferentes estilos de aprendizaje. Este autor norteamericano establece esta clasificación basada en cómo aprenden los estudiantes, pues pueden hacerlo por experiencia concreta, por observación reflexiva, por experimentación activa o por conceptualización abstracta.

Inicialmente, cuando el estudiante recibe la información, existen tres formas de hacerlo: en forma visual, auditiva y kinestésica, la mayoría de los estudiantes recuerdan lo que ven, muchos de ellos recuerdan lo que oyen, en nuestra sociedad culturalmente nos relacionamos básicamente conversando, pero algunos necesitan hacer, manipular, para captar lo que se les está enseñando y la combinación de los tres, ordinariamente produce muy buenos resultados.

Una vez el estudiante tiene la información debe organizarla, según Kolb (1983) generalmente en el hemisferio cerebral izquierdo, pues siempre se ha enseñado con números de forma secuencial, lógica y lineal, y poco se ha enseñado a utilizar el hemisferio derecho que se basa en imágenes y sentimientos, y un uso importante de la intuición. De manera que puede suceder que un estudiante perciba la información visualmente, pero la organiza lógicamente, o aquel que oye la información y la asocia luego a una imagen.

Finalmente, para Kolb, la información que está organizada puede ser procesada por los estudiantes desde procesos: activos, aquellos que requieren tomar la iniciativa; reflexivos, necesitan un poco más de análisis para tomar una decisión; pragmáticos, para ellos es muy importante comprobar para poder aprender; y teóricos, quienes deben pensar lógicamente antes de aceptar un concepto; los primeros se conocen como acomodadores, caracterizados por confiar

en el ensayo y error; después están los divergentes, quienes prefieren trabajar con objetos y no con personas; los convergentes, se proyecta hacia las personas; y finalmente los asimiladores, que son planificadores sistemáticos. (Kolb, 1983)

El análisis del componente didáctico permite una ubicación clara y real alrededor de la situación didáctica que se debe construir, para que ésta sea efectiva y permita que el estudiante desde sus pre saberes descubra lo que se le quiere enseñar.

Después de todo este análisis preliminar sobre diferentes aspectos didácticos, cognitivos e institucionales de la I. E. Tambores, se puede concluir que la resolución de problemas aditivos con números reales carece de un componente curricular que formalice la enseñanza del mismo, si bien no de manera específica, que por lo menos oriente al niño en los pasos que debe seguir para resolver un problema, ojalá desde preescolar, para superar el hecho de que los estudiantes de Tambores aborden los problemas solo desde el punto de vista numérico. Por otro lado, en la institución educativa rural Tambores el modelo Escuela nueva debería fortalecer este tipo de enseñanza por descubrimiento, que está estrechamente relacionado con la resolución de conflictos.

3.2 Concepción de la situación didáctica

En esta segunda fase, del diseño de la ingeniería didáctica correspondiente a la teoría de situaciones didácticas, se va a implementar un instrumento de investigación conformado por cuatro situaciones relacionadas con una huerta casera donde los estudiantes deban aplicar operaciones de adición con números reales.

La primera de las situaciones se refiere a una encuesta donde los estudiantes deben concluir por medio de los datos recolectados, cuáles serían los vegetales que se deben plantar. La segunda situación consiste en la preparación de la huerta y la tercera trata de la siembra y mantenimiento. Por último, la cuarta, se refiere a la recolección y venta de productos.

3.2.1. Situaciones didácticas

Según la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau, una situación didáctica, es un escenario en el cual el estudiante se ve conducido a resolver un evento que se le presenta, basado en un conocimiento previo y diseñado a raíz de un análisis a priori.

La situación didáctica propicia una relación entre el saber matemático, el profesor y el estudiante, con el objetivo de que este último descubra por sus propios medios el conocimiento hacia el cual se le quiere incitar.

A continuación, se plantean las situaciones didácticas, cuatro en total, como instrumento aplicados a los estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Tambores alrededor de un elemento cercano a ellos como lo es la huerta casera.

3.2.1.1. Situación didáctica uno: encuesta

Una huerta es un espacio de la finca o de la casa dedicado a sembrar hortalizas y vegetales principalmente y para el consumo de la familia. Hay muchos tipos de huertas dependiendo del espacio, la forma de riego, tipos de cultivos o sistema de trabajo entre otros. Se puede sembrar en unas botellas o en una hectárea, con riego controlado electrónicamente o sin riego, un solo cultivo o muchos cultivos, la puede trabajar la madre de familia o puede emplear muchos trabajadores.

La matemática nos puede ayudar para planear, construir y poner a producir una huerta casera. Los números son necesarios para que la planeación sea la correcta, una vez utilizados la construcción se hará de la mejor forma posible y para obtener ganancias debemos utilizar las cuentas.

Para determinar la importancia de la huerta casera se llevará a cabo una encuesta con diez vecinos de la vereda a quienes se le formularán las siguientes preguntas de manera que tienen cuatro opciones de respuesta a cada una: siempre, casi siempre, algunas veces y nunca.

- a. ¿Con qué frecuencia consume usted o su familia hortalizas?
- b. ¿Consume usted tomate de cocina?
- c. ¿Consume usted cebolla larga?
- d. ¿Consume usted cilantro?
- e. ¿Consume usted zanahoria?
- f. ¿Consume usted lechuga?
- g. ¿Consume usted cebolla cabezona?
- h. ¿Con qué frecuencia compra hortalizas?
- i. ¿Considera que es importante consumir hortalizas?
- j. ¿Le parece importante tener una huerta casera?

Una vez hecha la encuesta será un instrumento que nos servirá para determinar qué productos deben producirse mayormente en el ejercicio hipotético. Posteriormente, se les pide que elaboren una tabla para cada una de las preguntas y después de diligenciarla con las respuestas de los vecinos, responda las siguientes preguntas:

Elabore una tabla para cada una de las preguntas y después de diligenciarla con las respuestas de sus vecinos, responda las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los cuatro principales productos consumidos por los encuestados?
2. ¿Sería conveniente sembrar hortalizas? ¿Por qué?
3. ¿Cuáles hortalizas definitivamente no se deben sembrar?
4. ¿Cuál es la hortaliza de mayor consumo?
5. ¿Cómo están relacionados los consumos de unas hortalizas con otras?

Después de hacer la encuesta, lo primero que se debe hacer para construir la huerta es escoger el terreno, preferiblemente plano, aunque no es condición necesaria (área). Luego se les indica que deben cercar la huerta para que los animales no estropeen el trabajo (postes, longitud de la maya), se distribuye el terreno en eras (longitud), se abona la tierra y se plantan las hortalizas que se han escogido (peso, conversión, semilleros). La huerta se debe regar (tiempo, volumen), desyerbar y cuidar mientras las plantas están creciendo. Al cabo de un “tiempo” la huerta dará sus frutos, se debe recolectar (cosecha, empaques) para luego vender todo el producido.

3.2.1.2. Situación didáctica dos: preparación de la huerta

En esta situación didáctica se plantea que la finca de Don Francisco, padre de María que es estudiante de Tambores, hay un terreno disponible para la elaboración de la huerta. Si bien el terreno no es del todo plano, sí existe muy buen espacio para la huerta, aunque es demasiado grande y se prefiere tomar solamente una parte de él. Don Francisco tenía un corral de 20 metros cuadrados y una manga de 45 metros cuadrados para los terneros, al igual que un bebedero de 3 metros cuadrados. Ahora solo queda el terreno, pero es demasiado grande así que se tomará únicamente la tercera parte del mismo, una vez seleccionado el terreno se debe cercar; en total disponemos de 36 postes, de los cuales 20 van a lo largo, una maya de 20 metros de larga por un metro y medio de alta, debemos disponer de 10 eras y distribuirlas en cuatro tipos de vegetales

distintos. Para abonar la tierra se cuenta con 10 kilos de gallinaza, 20 kilos de tierra de hormiga y se deben completar 150 kilos, en total de abono, agregando tierra negra.

Después de leer con atención el enunciado responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuántos metros cuadrados hay disponibles para la construcción de la huerta?
2. Si se desea construir una huerta de 4,2 metros de ancho por 5,1 de largo, ¿Cuál es la cantidad de maya necesaria para cerrar la huerta?
3. ¿Cuántos postes irían a lo ancho de la huerta?
4. Si se decide sembrar tres eras de tomate y dos de cilantro ¿Cómo se deben distribuir los otros dos vegetales?
5. ¿Cuál es la cantidad de tierra negra necesaria?

3.2.1.3. Situación didáctica tres: siembra de la huerta

Se ha determinado sembrar cilantro, cebolla larga, tomate y zanahoria. Para el cilantro se debe elaborar un semillero, se tienen dos libras de semillas y en cada libra hay aproximadamente 150 semillas que se deben repartir en 8 recipientes para que una vez hayan brotado, trasplantarlas a las eras. La cebolla se siembra directamente en las eras a distancia de 20 centímetros en dos surcos de 8 matas; la semilla de tomate se siembra a 30 centímetros en un solo surco, pero necesitamos mínimo tres eras, y la zanahoria a 25 centímetros en tres surcos y tres eras. La huerta se debe regar día de por medio en invierno y todos los días en verano, se siembra el 15 de enero y se debe regar a diario hasta el 10 de marzo.

Con la anterior información responder:

1. Si en el semillero de cilantro, en cada recipiente sembramos 40 semillas, ¿Cuántas semillas sobran?

2. ¿Cuántos días, desde que se siembra hasta el 10 de marzo, se riega la huerta en verano?
3. En total tenemos 170 matas, 3 eras de 16 cebollas cada una, dos eras de 21 zanahorias y dos de 30 matas de cilantro, ¿Cuántas eras y cuántas matas de tomate tenemos?
4. Una era tiene un metro y medio de largo y medio metro de ancho, ¿Qué distancia hay entre la primera y la última mata de cebolla?
5. Cuando el tomate haya crecido, se debe envarar o amarrar si a cada mata se le debe poner una cuerda de 1,2 metros, ¿Qué cantidad de cuerda se necesita en total?

3.2.1.4 Situación didáctica cuatro: cosecha

El cilantro tardará tres meses para ser cosechado, la cebolla cuatro meses, la zanahoria en dos meses y el tomate en tres meses. El cilantro se empacará en manojos de 10 matas, bolsas de cinco manojos y cajas de seis bolsas; la cebolla en manojos de cinco matas, y cajas de 10 manojos, la zanahoria bolsas de kilo y en cajas de 12 kilos y el tomate se empacará por libras en cajas de 10 libras.

Al final del ejercicio, resultaron los siguientes gastos: en semillas se gastaron 120.000 pesos en abono, 50.000 y en el resto 100.000 pesos. De la producción, una cuarta parte fue tomate, otro tanto de cilantro, un quinto de cebolla y un décimo de zanahoria. El tomate se vendió a 1000 pesos la libra, cebolla larga 2400 el kilo, zanahoria a 1.600 kilo y cilantro 650 la libra.

Responder:

1. Suponiendo que se recogieron 15 libras de tomate, 10 de cebolla, 8 de zanahoria y 7 de cilantro, si se hace un balance económico de los gastos invertidos y el dinero recibido al vender los productos ¿Cuál sería el resultado del ejercicio?

2. Una vez se ha recogido el producto se deja descansar la tierra un mes, ¿En qué momento no habrá nada sembrado en la huerta?
3. Si la huerta produjo dos chuspas de cilantro y una caja de cebolla, ¿Cuántas matas produjo de cada una?
4. ¿Cuántos kilos de tomate y zanahoria se recogió, en tres cajas de zanahoria y cinco de tomate?
5. Una familia puede necesitar en una semana unos tres kilos de tomate, dos libras de cebolla, un kilo de zanahoria y 2000 pesos de cilantro. ¿Cuánto gasta esta familia en un mes comprando estas hortalizas?
6. Con base en lo planteado hasta aquí, crear tres problemas matemáticos que puedan ser aplicados a cualquiera de las situaciones presentadas.

3.2.2. Diseño de la secuencia didáctica

Con la secuencia didáctica se pretende visualizar las dificultades que los estudiantes tienen para resolver situaciones problemáticas que involucren operaciones de adición de números reales, mediante el planteamiento de situaciones que deben entender y solucionar, inicialmente en forma individual y luego en grupos de 3 estudiantes, para compartir información, teniendo siempre presentes los procesos de acción, formulación y validación.

El siguiente cuadro resume las situaciones los objetivos y la fase en que se encuentra cada una de las actividades según la teoría de las situaciones didácticas.

Tabla 2. Situaciones, objetivos y fases

Situación	Objetivo de aprendizaje	Fase desarrollada
Encuesta	Recolectar información, relacionada con las huertas de sus comunidades. Elaborar conclusiones de la información recogida que permita la toma de decisiones	Acción Formulación
Taller: Preparación del terreno	Resolver problemas utilizando operaciones de suma, resta o multiplicación.	Acción
Taller: Siembra	Identificar el tipo de operación que deben realizar para solucionar los problemas.	Acción
Taller: Cosecha	Partir de las problemáticas planteadas para crear nuevos problemas matemáticos que sean aplicables a cualquiera de las situaciones presentadas.	Validación

3.3. Análisis a priori

El siguiente paso en el desarrollo de la Ingeniería didáctica es el análisis a priori de las situaciones diseñadas, de tal manera que se pueda establecer un comportamiento esperado por parte de los estudiantes, ante los diferentes tipos de problemas propuestos para que sean resueltos por ellos.

Respecto a la resolución de problemas con operaciones de adición de números reales, se considera que los estudiantes, de noveno grado de secundaria de la Institución Educativa Rural Tambores, tienen las suficientes bases conceptuales para llevar a cabo la solución de estos problemas básicos y relativos a un caso para ellos familiar.

Para la situación de la Encuesta se espera que los estudiantes indaguen por las respuestas a las preguntas planteadas en el cuestionario y luego de ello tabulen la información de manera que les sirva para sacar un tipo de observaciones que además son sugeridas por medio de otra serie de preguntas, para finalmente extraer las conclusiones pertinentes.

Cabe anotar que, en la práctica, aun cuando los estudiantes no deberían tener ningún problema para elaborar la tabla, con los datos de la encuesta, pues es un tema enseñado desde sexto, siempre reiteran la misma pregunta ¿Qué es una tabla?, por lo que se les debe recordar qué hacer. Con respecto al segundo grupo de preguntas de la encuesta, cuando los datos están explícitos se pueden comparar fácilmente, pero a la hora de hacer deducciones presentan dificultades.

La segunda situación plantea la preparación de la huerta para lo cual se formulan problemas de fácil resolución acudiendo a operaciones de cambio y combinación, esperando que las primeras sean mucho más fáciles de resolver que las segundas. Por lo tanto, no se les debe dificultar el total del área que deben calcular, pues si bien los estudiantes no manejan el concepto de perímetro, pueden deducir fácilmente la maya necesaria para cercar. Donde sí presentan problemas es con los decimales: como el problema de los postes es de combinación, vacilan al momento de resolverlo, al igual que el problema del abono, pues al distribuir las eras, se confunden ya que hay varios posibles resultados y en sus conocimientos de base tienen anclado que debe ser una sola solución.

En el momento de sembrar y mantener la huerta, los estudiantes deben apelar a conocimientos que no aparecen explícitos en las preguntas y por lo tanto se espera que sea un escollo para la mayoría de ellos.

Cuando los problemas tienen dos o más etapas, los estudiantes se angustian y les parece muy complicado pues no dividen el problema. Si los datos del problema no se evidencian en el texto, asumen que no existen. Una de las dificultades más grandes, se presenta cuando además de ser

un problema de comparación tiene varias etapas, dado que para los jóvenes pasar de una etapa verbal a una simbólica representa un obstáculo infranqueable; se puede también evidenciar lo mismo con la dificultad con los números decimales.

Finalmente, en el momento de hacer balance, el comportamiento de los estudiantes debe propender por motivarse a pensar en la forma en que se desenvolverá el proyecto en el que han estado inmersos y participando activamente desde el principio.

Vale la pena mencionar que la extensión del problema influye en la actitud que asume el estudiante al realizarlo, a quien le agobia tanto trabajo y prefiere rendirse sin intentar nada. Los estudiantes son más hábiles con problemas de lógica donde no requieren aplicar los números, además, si bien resolver un problema es una dificultad, el inventar problemas les causa aún más inconvenientes, en el mejor de los casos retoman un problema conocido y le cambian los números.

Al momento de realizar el trabajo grupal se espera que confronten los diferentes resultados arrojados individualmente para que validen la información obtenida, que en la mayoría de los casos debe ser igual, a excepción de la encuesta y las dos clases de eras faltantes en la preparación de la huerta. Si bien los estudiantes se pueden equivocar, el ideal es que entre varios lleguen a una conclusión que les permita aprender de la experiencia planteada.

Se observó que en general los estudiantes presentan dificultades para comprender los problemas aún a sabiendas de que es una situación cotidiana para ellos, pero se limitan a leer y no procuran imaginar las situaciones en la realidad y adaptar a su cotidianidad los problemas planteados como propios.

Desde el punto de vista de variables macro didácticas, algunas de las posibles razones por las que se les dificulta a los estudiantes resolver acertadamente los problemas son: baja comprensión lectora, poca retención de datos, insuficiente razonamiento o desarrollo del esquema mental que depende de la habilidad espacial y temporal, la elección del procedimiento, el cálculo mental, los conocimientos de base, la metodología de enseñanza, la motivación y el interés.

En cuanto a la comprensión lectora, los estudiantes se limitan a una lectura superficial pero no van más allá para comprender lo que están leyendo, pero además con referencia a las matemáticas no contextualizan los contenidos con los números, de manera que al momento de resolver un problema simplemente hacen la primera operación que se les ocurre con los números que plantea el texto, sin siquiera discernir cuáles de ellos son necesarios para resolver el problema.

Respecto a las dificultades puramente matemáticas, los estudiantes no manejan los conocimientos de base que les permitan determinar qué operación deben realizar para solucionar la situación. Una posible causa de esto es que se les enseñó mecánicamente solamente a resolver operaciones, pero nunca se les dijo para qué casos se debían utilizar. Adicional a esto, tampoco se les enseña a los estudiantes que para resolver problemas es necesario seguir una serie de pasos que permitan el análisis de la situación.

Vale la pena agregar que otro factor está relacionado con que psicológicamente se ha planteado también que el desarrollo matemático del niño tiene mucho que ver con su desarrollo motor, hasta el punto en que las características de lateralidad pueden determinar la forma en que enfrenten los problemas matemáticos.

En cuanto al entorno social de los estudiantes, hay que destacar que el apoyo que reciben desde la casa es importantísimo para el desarrollo pedagógico, en el sentido en que se le dé la relevancia a la Escuela como un factor que puede determinar el futuro de las personas. Cuando los niños llegan a preescolar, y aún en primaria, muestran muchísimo interés en aprender, pero por alguna razón al paso del tiempo pierden este interés.

Específicamente, en el caso de resolver problemas con situaciones aditivas, los estudiantes presentan dificultades para realizar una suma o resta que no está explícita en el texto: si bien la multiplicación es una suma abreviada, los estudiantes acuden a adiciones redundantes que, aunque demoran la operación, desde un punto de vista lógico, muestran que, están entendiendo qué es lo que deben hacerse.

3.4. Descripción de los estudiantes que participaron en la investigación

El presente trabajo es elaborado con base en la observación hecha a los estudiantes de grado noveno, constituido por 20 estudiantes 4 de ellos de sexo masculino y 16 de sexo femenino, cuyas edades oscilan entre los 14 y 18 años, La gran mayoría de ellos son originarios del departamento de Risaralda, y proceden de diferentes veredas del municipio de Balboa, por lo que todos son de origen campesino. Las tres cuartas partes de ellos cursaron primaria con el modelo de Escuela Nueva, y en este momento cursan en el colegio con un modelo de post primaria rural. El 70 % de los estudiantes conforman familias funcionales. A continuación, se presentan los datos pormenorizados de los estudiantes observados en esta investigación:

<i>Edad</i>		
14 años	4	20%
15 años	6	30%
16 años	6	30%
17 años	2	10%
18 años	2	10%

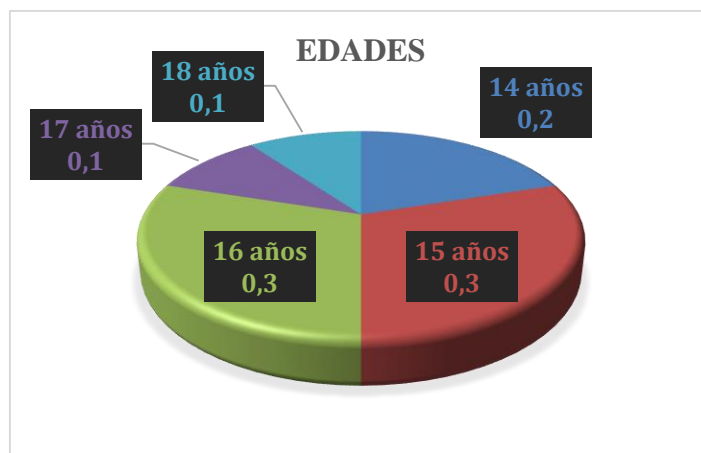


Fig 1. Resultados de la edad de los estudiantes

<i>Sexo</i>		
Mujeres	16	80%
Hombres	4	20%



Fig 2. Resultados del sexo de los estudiantes

<i>Lugar de procedencia</i>		
<i>Balboa</i>	10	50%
<i>Otros municipios de Risaralda</i>	8	40%
<i>Fuera de Risaralda</i>	2	10%

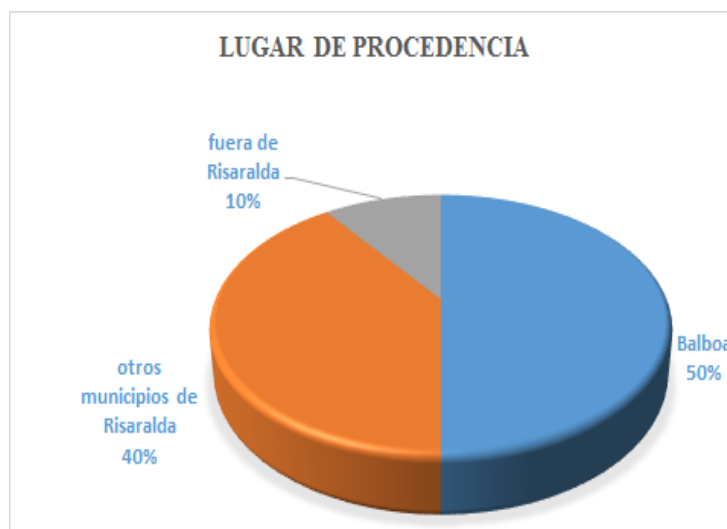


Fig 3. Resultados del lugar de procedencia de los estudiantes

<i>Tipo de Escuela de procedencia</i>		
<i>E. nueva</i>	15	75%
<i>Tradicional</i>	4	20%
<i>Semipresenc.</i>	1	5%

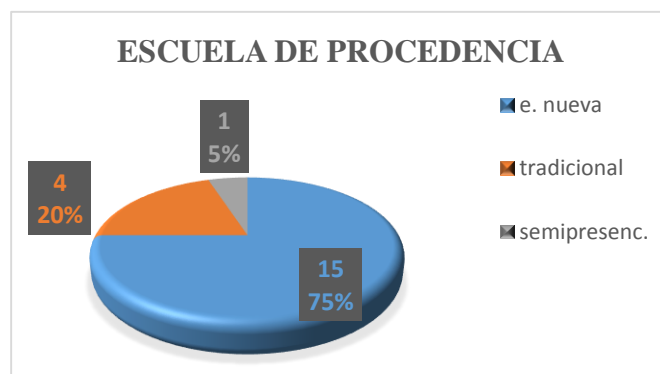


Fig 4. Resultados de la Escuela de procedencia de los estudiantes

<i>Tiempo de permanencia en el sistema escolar</i>		
9 años	3	15%
10 años	12	60%
11 años	3	15%
12 años	2	10%



Fig 5. Resultados del tiempo de permanencia en el sistema escolar

<i>Tipo de familia</i>		
Funcional	14	70%
Hijos de un solo progenitor	3	15%
Estudiantes con hijos	2	10%
Padre y madre ausente	1	5%

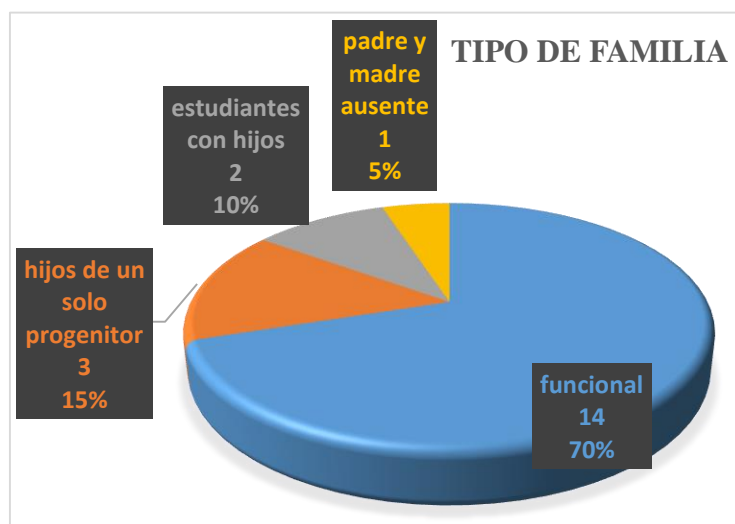


Fig 6. Resultados del tipo de familia de los estudiantes

3.5 Fase experimental

Una vez se ha diseñado la secuencia didáctica, con sus respectivas situaciones, y habiendo hecho el análisis a priori de las mismas, se procede a realizar la experimentación en el salón de clase, para ser aplicada a los estudiantes. El objetivo es recopilar información que permita

establecer la diferencia entre los resultados esperados y los obtenidos, por parte de los jóvenes, para visualizar sus dificultades, habilidades y logros.

3.5.1. Características de los estudiantes que formaron parte de la observación

La muestra estará conformada por 20 estudiantes: 16 integrantes de sexo femenino y cuatro de sexo masculino, cuyas edades oscilan entre los 14 y 18 años: la gran mayoría de ellos son originarios del departamento de Risaralda, y proceden de diferentes veredas del municipio de Balboa, por lo que, en su totalidad, son de origen campesino. La mitad de los estudiantes cursaron primaria con el modelo de Escuela Nueva, y en este momento estudian en el colegio, con un modelo de post primaria rural. El 70 % de los estudiantes conforman familias funcionales.

Aunque todos deberían llevar diez años en el sistema escolar, algunos de ellos han repetido uno o dos años. Adicional a esto, los estudiantes investigados hacen parte de una comunidad destacada por el carácter flotante de su población escolar: en la mayoría de los casos, se presenta una permanente movilidad de las familias campesinas, debido al tipo de trabajo que desarrollan, pues continuamente deben cambiar su domicilio, lo que altera la continuidad en las dinámicas educativas de sus hijos, truncando una y otra vez los procesos pedagógicos; según los cambios y los ritmos de aprendizaje, en algunos casos resulta necesario incluso volver a empezar dichos procesos desde cero. Las razones más comunes de no permanencia de los escolares, tienen que ver con los ciclos de las cosechas, los trabajos intermitentes de jornaleros o cuidadores de fincas o predios, la escasez de fuentes de trabajo estable, así como la violencia moderada que se vive en la zona.

3.5.2. Puesta en escena de las situaciones didácticas

La fase experimental se llevó a cabo en ocho sesiones correspondientes al horario indicado para los estudiantes de noveno grado y semanalmente se tomó una hora para la aplicación de las situaciones; se hubiera podido desarrollar actividades de dos horas, pero para el ritmo de trabajo de los estudiantes resultaría dispendioso; también se hubieran podido aplicar las situaciones con más regularidad, pero no se pretendía saturar a los estudiantes, aún más, a sabiendas de que consideraban la actividad como un trabajo extra.

Se comienza la sesión entregando la situación didáctica que se debe resolver. Para los estudiantes es inherente preguntar antes de resolver cualquier situación, por eso se les da un espacio para que lean y piensen antes de recibir cualquier ayuda u orientación. Siempre estarán acompañados por el investigador, quien les dará indicaciones de procedimiento, pero no debe influir sobre las decisiones que deban tomar para resolver cualquiera de las situaciones.

La aplicación de las situaciones se divide en dos partes, la primera individual y la segunda en grupo. Con esta segunda parte se pretende que los estudiantes se colaboren y trabajen en equipo, lo cual representa una dificultad en la institución, pues realizar actividades cooperativas les cuesta bastante trabajo. En la tabla 3 se especifica cómo se distribuyeron las actividades con relación a las fechas establecidas.

Tabla 3. Cronograma de aplicación de actividades

SITUACIONES	ACTIVIDADES	FECHA	HORA	DURACIÓN
Situación 1	Actividad 1	Jueves, 25 de enero del 2018	8:15a.m.– 9:15a.m	60 minutos
	Actividad 2	Jueves, 1 de febrero del 2018	8:15a.m.– 9:15a.m	60 minutos
Situación 2	Actividad 1	Jueves, 8 de febrero del 2018	8:15a.m.– 9:15a.m	60 minutos
	Actividad 2	Jueves, 15 de febrero del 2018	8:15a.m.– 9:15a.m	60 minutos
Situación 3	Actividad 1	Jueves, 22 de febrero del 2018	8:15a.m.– 9:15a.m	60 minutos
	Actividad 2	Jueves, 1 de marzo del 2018	8:15a.m.– 9:15a.m	60 minutos
Situación 4	Actividad 1	Jueves, 8 de marzo del 2018	8:15a.m.– 9:15a.m	60 minutos
	Actividad 2	Jueves, 15 de marzo del 2018	8:15a.m.– 9:15a.m	60 minutos

Como entre una actividad y otra existe un periodo de ocho días se presentó la posibilidad de modificar las situaciones, para mejorar la observación en la investigación con respecto a los términos o conceptos que para los estudiantes no eran familiares o presentaban algún tipo de confusión.

3.5.3. Logros y dificultades encontradas en el desarrollo de las actividades.

Mientras los estudiantes desarrollaban las actividades se puso gran atención en la forma como lo hacían, enfatizando en las dificultades presentadas, las preguntas formuladas por ellos, los ítems que les causó mayor problema, así como también en aquellos que no tuvieron ninguno; de manera que para esta investigación fue muy importante la actitud por parte de los estudiantes ante las situaciones (la forma en que procedieron más que los resultados), para finalmente, establecer una comparación entre esa actitud y los resultados esperados.

3.5.4. Análisis de resultados de las situaciones didácticas.

Al realizar la encuesta, a los vecinos, los estudiantes no tenían claro lo que iban a hacer, ni para qué lo hacían, fueron muy pocos los que tomaron la iniciativa de preguntar sin dárseles ninguna indicación. Algunos no sabían exactamente qué eran las hortalizas, y en general realizaron el trabajo como una obligación de clase sin ninguna muestra de motivación y poco interés.

Sucedió por ejemplo que al aplicar de las preguntas para la preparación de la huerta, los estudiantes se entusiasmaron de manera tal hasta el punto de pensar que se llevaría a la práctica realmente, lo que fue contraproducente, pues al llevar a cabo la situación de la siembra la desarrollaron con cierto desgano. Sin embargo, finalmente la situación de la cosecha se llevó a cabo con mucha fluidez.

3.5.4.1. Situación Didáctica uno: encuesta sobre las hortalizas

Al distribuir los formatos con la primera situación, los estudiantes debían inicialmente leer muy bien lo que en ellos se expresaba para comprender lo que se les pedía. En los primeros 20 minutos no se respondieron preguntas, buscando que ellos encontraran las respuestas por sí mismo y si lo deseaban podían escribir las preguntas, para formularlas después del lapso otorgado o, mejor aún, para que encontraran la respuesta por sí mismos.

En la parte inicial de la encuesta donde se plantean las preguntas a realizar a los vecinos, los estudiantes pudieron recopilar los datos con sus compañeros, pero no tenían claro cuál era la respuesta que pretendían, así es que muchos contestaron sí o no en vez de las cuatro opciones

señaladas, de manera que al momento de tabular la información se presentaron muchos inconvenientes debido a que no identificaban la variable.

En la primera sesión se trató por múltiples los medios que dedujeran cómo tabular los datos y si bien no pudieron lograrlo, sí pudieron concluir cuál de las verduras era la más consumida y cuál definitivamente no se debería sembrar. Se les propuso para la próxima sesión que pensarán la forma de representar los datos y se les anunció que trabajarían en grupo.

La dificultad más frecuente presentada fue el hecho de mezclar todas las preguntas al tabular, por eso se les insistió que leyeran muy bien el enunciado de tal manera que supieran qué hacer y no solamente hacer por hacer o sumar por sumar. Otro error frecuente tenía que ver con que las sumas parciales de las preguntas en las diferentes categorías no les daban las diez personas encuestadas, por lo tanto no estaban haciendo juiciosamente el ejercicio y lo que es aún más preocupante, no se percataban de ello.

	DD	MM	AA
Daniel			1
a. Nunca			2
b. Nunca			3
c. Siempre			4
d. Siempre			5
e. Siempre			6
f. Nunca			7
g. Siempre			8
h. Nunca			9
i. Nunca			10
j. Siempre			11
Javier			12
a. Siempre			13
b. Siempre			14
c. Siempre			15
d. Siempre			16
e. Siempre			17
f. algunas veces			18
g. Siempre			19
h. Siempre			20
i. Siempre			21
j. Siempre			22

Fig 7 Respuestas iniciales a la encuesta

En un comienzo los estudiantes preguntaban y consignaban la respuesta con una palabra completa (fig 7), luego implementaron una tabla, al observar que tan solo eran cuatro posibles respuestas, fueron señalando las que eran escogidas, las cuales posteriormente contaron para establecer el total de cada respuesta. Posteriormente, tabularon después de leer detenidamente el enunciado y darse cuenta de que la tabla era por cada pregunta y no por el total de las preguntas. (fig 8).

De los 20 estudiantes, tres estaban desconcertados, pues no entendían para nada la situación; solo uno comprendió completamente el contenido del problema, otros cinco, con poca ayuda, encontraron la manera de resolver el ejercicio, a seis debió de insistírseles en que leyeran detenidamente el enunciado y con los cinco restantes, fueron sus propios compañeros quienes les hicieron ver de qué se trataba la actividad.

	Siempre		casi Siempre		algunas veces		nunca
a)		4		3		3	
b)		10					
c)		6		4			
d)		3		3		1	3
e)		2		5		4	1
f)		1		4		3	2
g)		5		3		1	1
h)		10					
i)							10
j)							10

Fig 8 Respuestas a la encuesta condensada

A continuación se hace un análisis de cada una de las preguntas que se debían responder para después tabular la encuesta:

Parte I trabajo individual

Pregunta 1. ¿Cuáles son los cuatro principales productos consumidos por los encuestados?

Los resultados encontrados por los estudiantes arrojaron que la mayoría de las personas siempre o casi siempre consume tomate, casi siempre consume cebolla larga y algunas veces consume zanahoria al igual que cilantro. A estas conclusiones llegan después de evaluar los resultados por medio de comparación y darse cuenta de cuáles son las preferencias de los consumidores.

Observación: los estudiantes por sí mismos no llegan a la conclusión, requieren demasiadas orientaciones para elaborar la tabla y para lograr ponderar los resultados. Además de ser necesario insistir para que leyeran con cuidado, fue indispensable ponerles ejemplos similares para que ellos pudieran aplicar, a este caso en particular, los conocimientos que se pretendía adquirieran autónomamente.

A esta primera pregunta, la mitad del grupo llegó a una respuesta afirmativa después de ayudarles a responder o concluir, una cuarta parte requirió la ayuda de un compañero y la cuarta parte restante no pudo obtener un resultado que les satisficiera, pues no comprendían claramente la situación y lo que se les solicitaba.

Pregunta 2. ¿Sería conveniente sembrar hortalizas? ¿Por qué?

Los estudiantes no veían muy clara la relación de la pregunta con la encuesta que acababan de realizar; para ellos son más importantes los números que lo que realmente representan, pues se

les dificulta tomar una decisión a partir de porcentajes y comparaciones de cifras que para ellos no significaba nada.

Si bien la respuesta de la mayoría era que sí era conveniente sembrar hortalizas, palabra que no todos conocían su significado, no podían explicar el porqué de ello y menos basados en los datos encontrados.

Observación: solamente una tercera parte de los estudiantes contestaron la pregunta, basados no tanto en los resultados de la tabulación, sino más bien en la lógica y apoyándose en conocimientos previamente adquiridos y experiencias propias.

Una dificultad palpable, ante una pregunta cuya respuesta parece desconocida, provocaba que el estudiante se diera por vencido sin ni siquiera intentar pensar en el problema, movido tal vez por la pereza o el desinterés, pero definitivamente con una indiferencia evidente ante un problema que, de entrada, intuía, no podía resolver.

Pregunta 3. ¿Cuáles hortalizas definitivamente no se deben sembrar?

En esta pregunta sucede algo similar a la anterior, no se llega a conclusiones a partir de la encuesta, se responde intuitivamente basándose en criterios totalmente diferentes a los pretendidos al plantear la situación.

Observación: Ante un percance en la resolución de una incógnita, los estudiantes, no piensan en alternativas de solución, pues se limitan a una sola forma de mirar los problemas, y si ésta no funciona, se dan por vencidos fácilmente.

Pregunta 4. ¿Cuál es la hortaliza de mayor consumo?

Esta pregunta fue la que se respondió más rápidamente: para la mayoría de los estudiantes fue claro que el tomate es la hortaliza más consumida, y la que luego destacaron como más importante en el consumo de las familias de la región.

Observación: cuando las preguntas son más específicas los estudiantes tienden a resolverlas más fácil y rápidamente, pues al ser una pregunta corta y directa los jóvenes no se desvían al tratar de resolverla.

Pregunta 5. ¿Cómo están relacionados los consumos de unas hortalizas con otras?

Al momento de establecer comparaciones, los estudiantes tienen dificultades para obtener conclusiones, no tienen claro las diferentes proporciones entre unos y otros números, les resulta bastante arduo trabajar con decimales y tienen graves problemas con las cifras posicionales decimales, así como con los porcentajes, pues es un concepto que no tienen lo suficientemente claro.

Esta pregunta, fue la que más trabajo les costó, al punto de que algunos de ellos no la contestaron ni siquiera incorrectamente. Pudo haber influido el hecho de ser la última pregunta y en su afán por terminar simplemente la omitieron.

Observación: si bien comparar no hace parte de los problemas aditivos, si es un indicativo de que no existen conceptos claros acerca de la magnitud de los números y lo que ellos representan; es así como, por ejemplo, para los estudiantes es mayor un decimal por tener más cifras decimales sin importar la posición de las mismas y su peso específico.

Parte II: Trabajo en grupo

En la segunda sesión o Actividad dos, correspondiente a la situación uno, se pretendió que los estudiantes compartieran lo resuelto individualmente, en grupos de tres personas, de manera que pudieran comparar cada una de sus repuestas.

Solamente dos estudiantes habían terminado de elaborar las tablas, el resto no terminó la actividad completamente y tres de ellos apenas hicieron la encuesta sin poder sacar conclusiones para responder las preguntas.

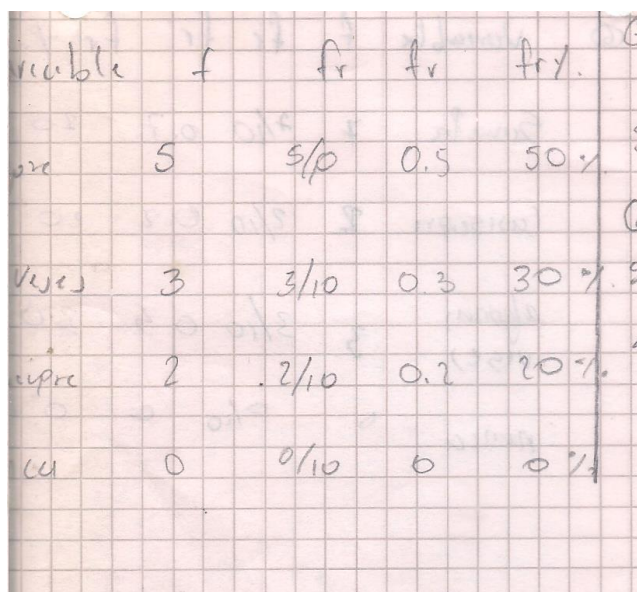
Al compartir lo que cada uno individualmente había resuelto, llegaron a resultados muy parecidos en el ítem a, h, i, parecidos en el ítem b, e, f, g, j, y diferentes en los ítems c y d. El consumo de hortalizas es generalizado, la frecuencia con que se compran estos alimentos también corresponde a la mayoría, y casi todos consideran importante la utilización de las mismas. Cuando se pregunta por productos específicos, hay algunas diferencias, al igual que al momento de plantear la construcción de una huerta, pero en lo que no coinciden definitivamente es en el consumo de cebolla larga y de cilantro.

Vale la pena destacar que fue un ejercicio muy interesante, el ver como los estudiantes defendían sus posiciones respecto a la encuesta, pues cada uno estaba convencido de que la suya era la respuesta correcta; posteriormente se les orientó en los objetivos que perseguía la actividad, y de cómo es un instrumento que, aunque nos da una tendencia, no representa una verdad absoluta.

En cuanto a las preguntas, se llegó a un consenso de cuáles eran los cuatro principales productos de consumo según la encuesta, así como el hecho de que era conveniente sembrar hortalizas debido a su uso. A pesar de los resultados diferentes en las encuestas, concluyeron que no debían sembrar cebolla larga y coincidieron en que el vegetal de mayor consumo era el tomate, debido a su presencia necesaria en la elaboración de las ensaladas.

Resultados de la encuesta

Los resultados para la encuesta se muestran en el anexo 2, correspondientes a un grupo que sumó todas sus respuestas, individuales, de manera que pudieran representar una muestra de mayor tamaño. Hay que tener en cuenta de que algunos de estos datos son repetidos debido a que los 20 estudiantes encuestaron a sus compañeros.



variable	f	fr	fr	fr %
siempre	5	5/10	0.5	50 %
a veces	3	3/10	0.3	30 %
a veces	2	2/10	0.2	20 %
nunca	0	0/10	0	0 %

Fig 9 Tabulación de una de las preguntas

Comentario de la primera situación didáctica

En lo referente al trabajo individual los estudiantes debieron ser asistidos para realizar la actividad, de manera que aquellos que no pudieron descubrir la forma de resolver las preguntas planteadas después de la tabulación de los resultados de la encuesta, comprendieran la situación. Cuando se les dieron las orientaciones encaminadas a comprender lo que debían hacer y una vez reunidos en grupo, algunos de ellos guiaron a los demás hacia las conclusiones que se esperaban obtener.

Específicamente, lo que se buscaba del ejercicio era que desarrollaran habilidades aditivas, en el sentido en que dedujeran que, para obtener conclusiones, debían tener en cuenta el número de respuestas generadas, para posteriormente poder comparar unas con otras y determinar así tendencias. Finalmente, lo que se requería era contar, que es la forma más elemental de sumar.

3.5.4.2. Análisis de resultados de la Situación Didáctica dos

La situación correspondiente a la construcción de la huerta no es resuelta de la mejor forma por parte de los estudiantes: por un lado, no tienen claros conceptos, como perímetro, ni tampoco abstraen muy bien la operación que deben realizar, una vez se les explica qué es perímetro. Algo similar ocurre con el área: pues es un concepto que los estudiantes no manejan y que resulta más complejo de entender, por lo que requiere más tiempo y recursos pedagógicos. Sin embargo, en este caso, tienen más claridad de la operación que deben realizar.

La metodología es igual a la situación anterior: en dos sesiones de una hora, el curso realiza el trabajo individual, sin ningún tipo de ayuda, posteriormente vienen las orientaciones solamente de los conceptos que no tienen claros y finalmente se pasa al trabajo en subgrupos.

A continuación, se analiza cada una de las preguntas que se debían responder en esta situación:

Parte I trabajo individual

Pregunta 1. ¿Cuántos metros cuadrados hay disponibles para la construcción de la huerta?

Algunos estudiantes solamente suman los metros cuadrados disponibles y no tienen en cuenta que se utilizará solamente la tercera parte (fig 10). Inicialmente, los estudiantes tienen

dificultades con el concepto de área, pues para ellos las unidades de metros cuadrados no representa nada, apenas si tienen una vaga idea de metro lineal. La mayoría de ellos, una vez se les explica de qué se tratan los metros cuadrados, establecen una relación con los espacios que deben adicionar para formar el lote requerido, pero aún no tienen claro qué es la tercera parte de algo.

The image shows a student's handwritten work on lined paper. On the left, there is a circled number '1'. To its right, a subtraction problem is written: 20 minus 45, with a horizontal line and the number 3 below it. To the right of this calculation, the fraction '1/3' is written. Below the subtraction problem, the student has written: '68 hay 68 metros cuadrados para construir la huerta'.

Fig 10 Resolución parcial de la pregunta

Observación: la mitad de los estudiantes contestaron de manera incorrecta la pregunta, tan solo tres tuvieron una respuesta parcialmente correcta y el resto contestó acertadamente. El error más frecuente en la parte aditiva fue que no sumaron todas las áreas que se requerían pues no entendieron exactamente qué les pedía el problema. Algunos de los estudiantes, además de las áreas, sumaron también los postes, lo cual deja en evidencia que no comprendieron completamente la situación y la pregunta específicamente.

Pregunta 2. Si se desea construir una huerta de 4,2 metros de ancho por 5,1 de largo ¿Cuál es la cantidad de malla necesaria para cerrar la huerta?

Como ya se ha planteado, el concepto de perímetro no es familiar para los estudiantes, pero una vez les es explicado lo comprenden fácilmente. La dificultad real es que no lo interiorizan el

término, de manera que lo olvidan fácilmente; una vez realizada la aclaración, algunos de los estudiantes solamente suman los dos lados diferentes (fig 11) y no tienen en cuenta que para rodear el terreno se necesita el doble de esta cantidad. Sucedió también que una estudiante multiplicó el largo por el ancho, haciendo caso omiso a la instrucción dada; otra tuvo dificultad con las cifras decimales y confundió 18,6 con 186; un tercer estudiante sumó largo y ancho y en vez de multiplicar, dividió; y otro grupo de jóvenes no completaron las operaciones, aunque sí explicaron acertadamente el procedimiento que debían realizar.

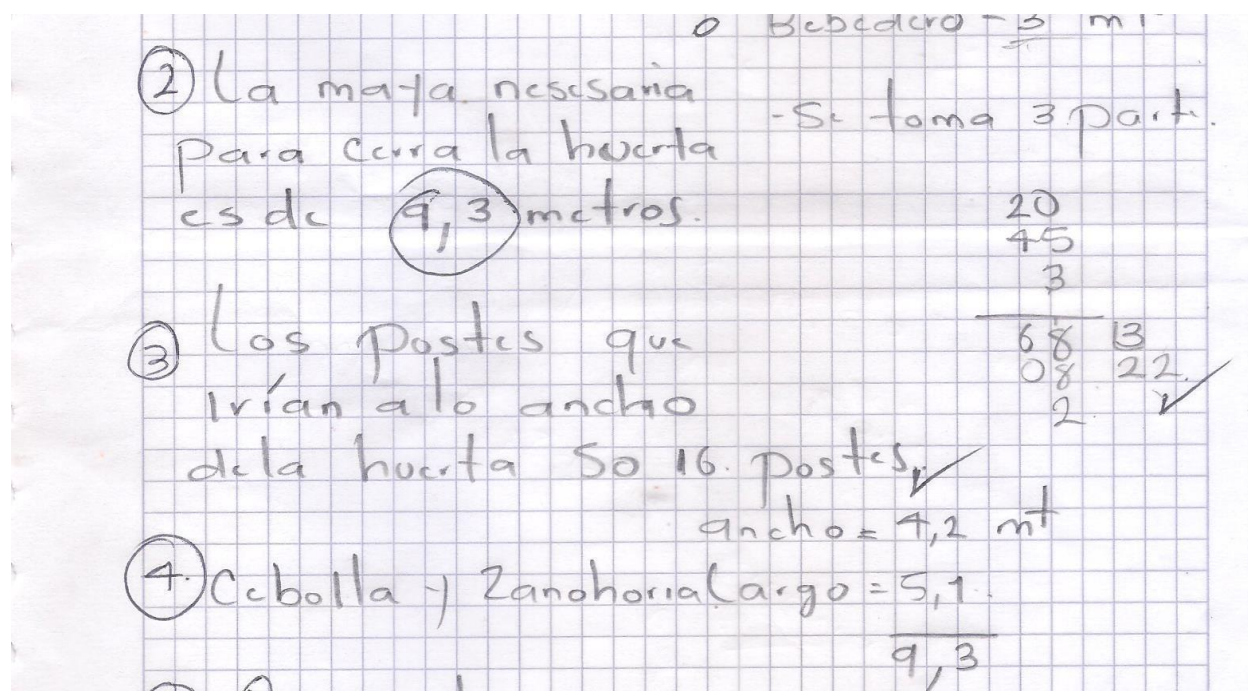


Fig 11 Falta la mitad del perímetro

Observación: Solamente tres estudiantes contestaron bien la pregunta, cuatro de ellos hallaron la mitad del perímetro y la gran mayoría no contestó acertadamente. Algunos de los estudiantes multiplicaron los números de la pregunta evidenciando que o bien no les interesaba el ejercicio, o tienen serias dificultades para comprender la utilización de las operaciones matemáticas.

Pregunta 3. ¿Cuántos postes irían a lo ancho de la huerta?

El objetivo de esta pregunta es establecer si los estudiantes pueden resolver un problema aditivo de combinación, que es la parte que más se les dificulta, después de la igualación. Algunos estudiantes no contestaron esta pregunta, otros simplemente colocaron un número sin ninguna justificación. Hubo estudiantes que colocaron el total de los postes como si no comprendieran lo que se les preguntaba, para un interrogante tan sencillo fueron relativamente pocos los estudiantes que respondieron acertadamente. (fig 12)

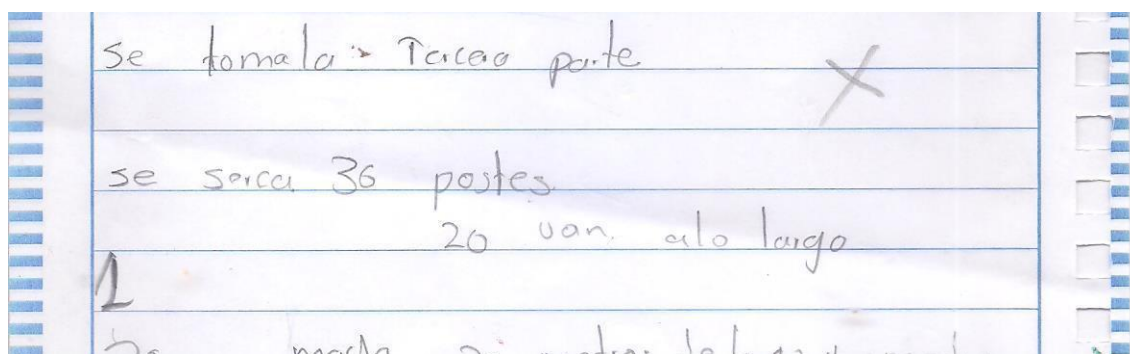


Fig 12 Pregunta no resuelta

Observación: menos de la mitad de los estudiantes contestaron bien, el siguiente porcentaje correspondió a los estudiantes que no contestaron nada y finalmente están las respuestas parcialmente correctas y las incorrectas. Los porcentajes fueron 40%, 30%, 15% y 15% respectivamente.

Pregunta 4. Si se decide sembrar tres eras de tomate y dos de cilantro ¿Cómo se deben distribuir los otros dos vegetales?

Esta pregunta presentó inconvenientes para los jóvenes, debido a que podían dar diversas respuestas siendo válidas todas ellas, pues los estudiantes parten del prejuicio de que la respuesta

a una pregunta es única, y si bien muchas veces es así, desconocen que se puede condicionar la solución para obtener diferentes respuestas. (fig 13).

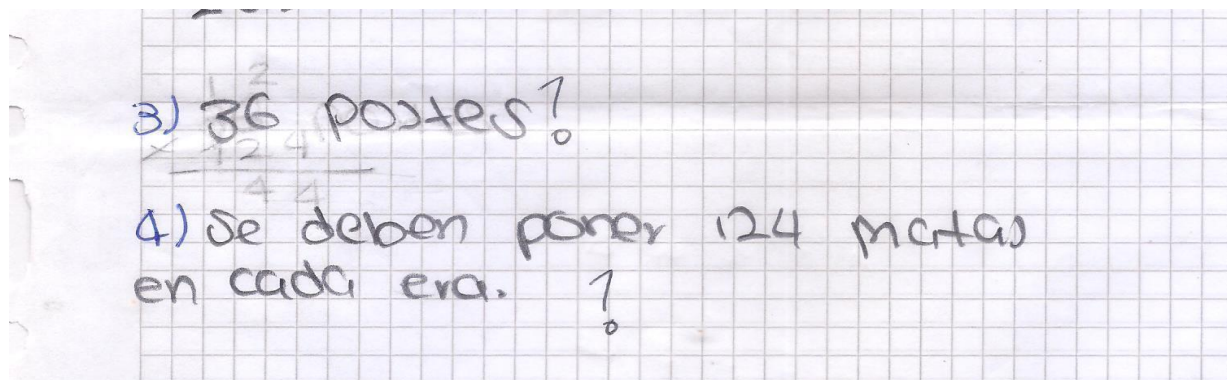


Fig 13 No se comprende la pregunta

Observación: La mayoría de los estudiantes simplemente no contestaron nada o contestaron de forma incorrecta, porque no creían posible que existiera una respuesta abierta. Solo unos pocos la contestaron bien cuando se dieron cuenta de lo fácil que era, mientras el resto colocó un número al azar, después de sugerirles que contestaran sin importan si consideraban que la respuesta no era la correcta. De los 20 estudiantes, ocho contestaron incorrectamente, cinco no contestaron nada y siete contestaron bien la pregunta.

Pregunta 5. ¿Cuál es la cantidad de tierra negra necesaria?

Esta pregunta, como otras, fue hecha de esta manera con la intención de que los estudiantes comprendieran muy bien el texto, y si de no ser así, por lo menos releieran para encontrar los datos necesarios para solucionar la cuestión.

La operación como tal es simple, pero los estudiantes se confunden con el hecho de que no es una operación aditiva de cambio, y como su nombre lo indica, cambian un poco el orden de la operación, lo que los confunde, porque siempre han estado operando números de manera automática (fig 14), es decir no hay una actitud reflexiva de qué es lo que están haciendo en

realidad. Algunos estudiantes simplemente argumentan que no entienden el problema, aún explicándoles verbalmente el contenido del mismo.

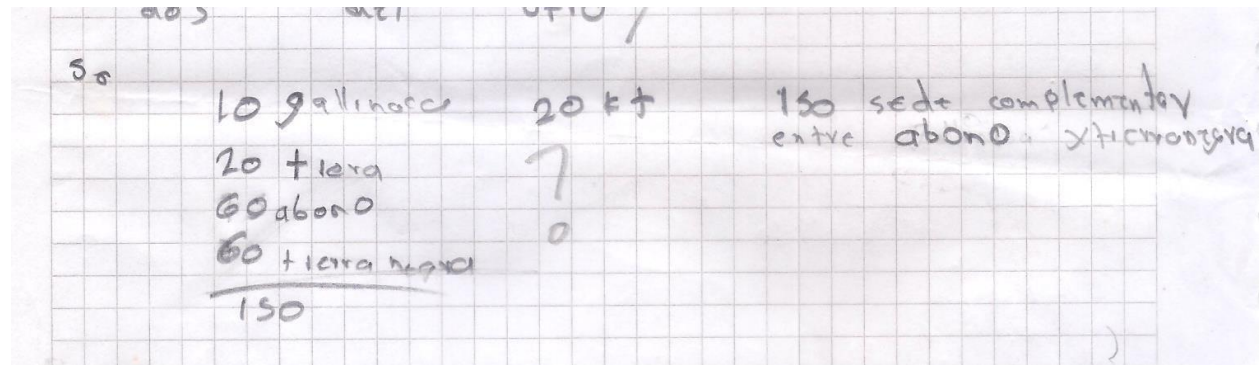


Fig 14 No hay claridad de la operación

Observación: de los 20 estudiantes, siete no contestaron la pregunta, o bien porque no la entendieron, o bien porque es la última cuestión, pues no les alcanzaba el tiempo o simplemente no les interesaba; otros siete contestaron incorrectamente, pusieron simplemente el total de los kilos de abono para colocar una respuesta cualquiera, o sumaron con otros números que aparecían en el problema pero que nada tenían que ver con la pregunta en mención; solamente cuatro estudiantes contestaron bien, correspondiendo a un porcentaje muy bajo; dos de ellos se equivocaron haciendo la operación o transcribiendo los números, pero el proceso que llevaron a cabo estuvo guiado por la lógica correcta.

Parte II trabajo en grupo

El trabajo en grupo tuvo un positivo efecto de aprendizaje, debido que muy especialmente en la pregunta cuatro, que era más o menos abierta; unos estudiantes orientaron a otros en lo simple que era la situación. En este sentido, también fue muy productiva la cooperación en la pregunta dos, pues unos le explicaban a otros en sus propios términos, porque había que sumar dos veces.

En la primera pregunta, los estudiantes unificaron criterios alrededor del hecho de adicionar las diferentes áreas y ellos mismos explicaban unos a otros como habían entendido el concepto de área, además de ofrecer instrucción sobre el procedimiento de por qué debían dividir por tres.

En la segunda pregunta, se expusieron diferentes métodos para resolver la cuestión y en esta etapa ya era comprendida por todos la situación del perímetro, pero hicieron evidente cómo les faltaba sumar uno de los lados correspondiente al ancho y otro al largo.

La tercera pregunta fue la que requirió de menos discusión, pues inmediatamente observaban, el porqué de los 16 postes, y de hecho, llegaron a comentar que era demasiado sencillo resolverlo. Algo similar sucedió con la cuarta pregunta, pues concluyeron que era muy fácil; en la quinta pregunta se notó que los estudiantes no pusieron suficiente interés en responderla, pues al socializar la respuesta para todos fue muy claro la razón de la resta.

Comentario de la segunda situación didáctica

La segunda parte de la secuencia didáctica fue muy productiva, pues al reunirse en los grupos, la actividad colaborativa surgió el efecto esperado: los estudiantes se dieron cuenta que los problemas eran más fáciles de lo que parecían, simplemente debían leer muy bien y determinar cuáles eran los datos que necesitaban para resolver las preguntas. En cambio, en la parte individual muchos de ellos no comprendían lo que debían hacer y lo que es aún más importante, confundían datos de una pregunta con otra.

Una vez preparado el terreno en el cual se quiere sembrar, los estudiantes deben entender el paso que acaban de realizar, pues luego viene la siembra, sin embargo, resulta paradójico que, como se puede observar, es que muy a pesar de su origen campesino, en su mayoría son ajenos a

las situaciones planteadas, lo cual dificulta un poco la investigación, pues se pretendía que fuera un caso pertinente donde se vieran involucrados.

3.5.4.3. Análisis de resultados de la Situación Didáctica tres

La situación correspondiente a la siembra de la huerta plantea varias preguntas referentes a la distribución de las hortalizas en el área designada para tal fin: desde la distribución de las semillas, el riego de las mismas, la forma de repartir las matas en las diferentes eras y las distancias a las cuales se siembran las hortalizas, hasta la adecuación de las mismas una vez empiezan a crecer.

Se sigue el mismo procedimiento al de las situaciones anteriores: en dos sesiones, el trabajo individual y el trabajo en subgrupos.

A continuación, se hace un análisis de cada una de las preguntas que se debían responder en la situación tres:

Parte I trabajo individual

Pregunta 1. Si en el semillero de cilantro, en cada recipiente sembramos 40 semillas ¿Cuántas semillas sobran?

La intención de esta pregunta era confundir a los estudiantes, pues el interrogante no es acorde con los datos suministrados, ante lo cual los estudiantes preguntan si la situación está bien planteada. Otros, sin embargo, pasan por alto el inconveniente y simplemente dan una respuesta lo más cercana posible a lo pedido, pero sin reflexionar en la misma (fig 15).

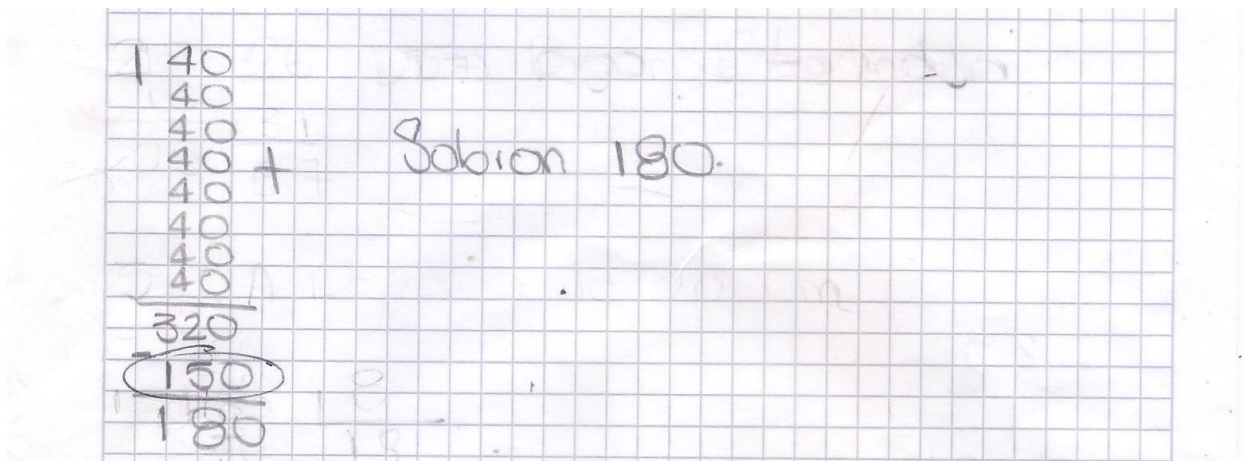


Fig 15 Distorsión en el concepto de multiplicación

Se les explica que las respuestas no necesariamente tienen que corresponder a la pregunta planteada, pues en algunos casos existen “trampas” para que las respuestas no correspondan a la interrogante y que en todos los casos es importante evaluar la respuesta, para observar si es coherente con lo que está pidiendo el problema.

Observación: Existieron una serie de respuestas muy particulares: cuatro estudiantes contestaron que sobraban 170 semillas, pues multiplicaron para saber cuántas semillas resultaban y le restaron las 150 semillas que trae una libra, dejando en evidencia que no comprendieron el problema; otras dos estudiantes, utilizando este mismo razonamiento, obtuvieron 180 y 160 solamente las semillas de un recipiente, y dos estudiantes más, a una libra de semillas le restaron las cuarenta semillas de un recipiente. Contrastando con estas respuestas, una estudiante halló el total de las semillas que debía ir en cada recipiente y aunque no obtuvo la respuesta numérica, sí pudo deducir que faltaban semillas.

Finalmente, el 50% de los estudiantes contestaron bien la pregunta, 40% la contestaron en forma incorrecta y el otro 10% no contestó, a sabiendas de que era la primera pregunta planteada, por lo que se presume se atemorizaron con la misma.

Pregunta 2. ¿Cuántos días, desde que se siembra hasta el 10 de marzo, se riega la huerta en verano?

En este punto los estudiantes se confundieron, pues argumentaron que faltaban datos, por lo cual se les remitió al enunciado para que al leer, más allá de las palabras, pudiesen obtener conclusiones, que si bien directamente no se expresan en el texto, se podían deducir (fig 16).

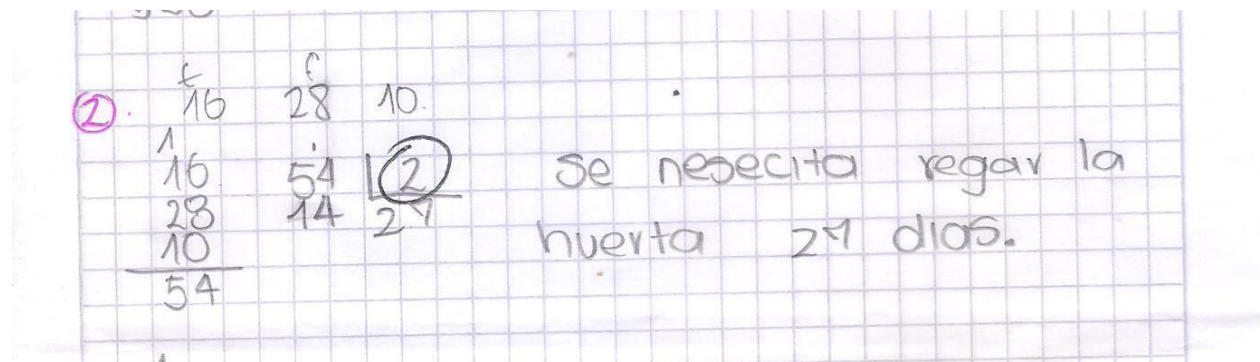


Fig 16 En esta operación sobra la división

Es así como, por ejemplo, se plantea que en verano se riega todos los días y aunque la pregunta no lo expresa, el texto si lo aclara; lo que sucede es que los estudiantes se dejan confundir con el hecho de que en invierno se riega día de por medio.

Observación: esta pregunta, en esencia fácil, fue contestada acertadamente por la mayoría de los estudiantes; pero hay que anotar que hubo equivocaciones particulares: tres estudiantes contaron bien los días, pero dividieron por dos, como si se regara día intermedio; otra estudiante le restó al total de días 20 y no supo explicar el porqué.

Los resultados de esta pregunta fueron: 13 estudiantes respondieron correctamente, aunque el rango de respuesta osciló entre 54 y 57 días, pero el razonamiento utilizado fue el correcto. Seis estudiantes respondieron en forma incorrecta y uno más no contestó la pregunta.

Pregunta 3. En total tenemos 170 matas, tres eras de 16 cebollas cada una, dos eras de 21 zanahorias y dos de 30 matas de cilantro, ¿Cuántas eras y cuántas matas de tomate tenemos?

Tal vez debido a la cantidad de datos o al hecho de que la pregunta tenga varias etapas, los estudiantes no comprenden muy bien lo que se les pregunta. Al final descubren cuántas matas de tomate se tienen, pero como pueden destinar varias respuestas para decir el número de eras, volvemos a una de las situaciones anteriores, pues al tener varias alternativas de respuesta se sienten confundidos (fig 17).

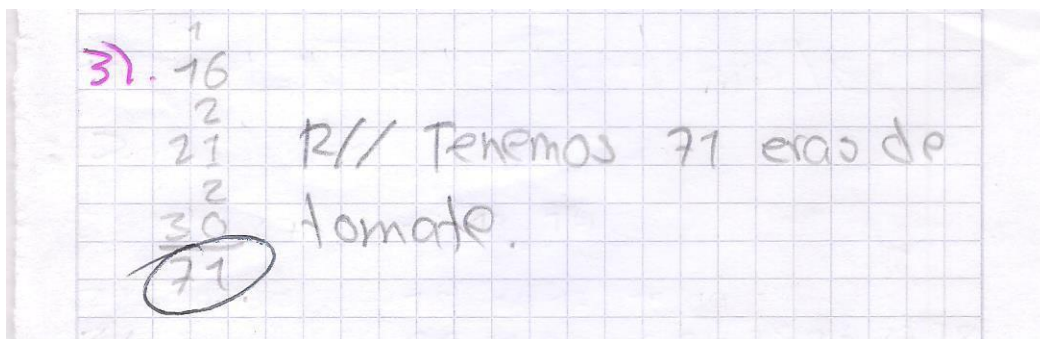


Fig 17 Se realiza la operación con los datos disponibles

Observación: llama la atención la cantidad de estudiantes que no contestaron a esta pregunta, (seis estudiantes), lo que contrastan con las respuestas acertadas de once estudiantes. Solamente tres estudiantes contestaron de forma incorrecta. El error más recurrente es el de sumar solamente la cantidad de matas que había en una sola era. Otro estudiante simplemente sumó el total de matas, pero no completó la segunda parte del problema, lo que parece sugerir una dificultad de concentración.

En conclusión, más de la mitad de los estudiantes resolvieron el problema satisfactoriamente, a pesar de la complejidad del mismo, por la cantidad de datos y las etapas involucradas.

Pregunta 4. Una era tiene metro y medio de largo y medio metro de ancho, ¿qué distancia hay entre la primera y la última mata de cebolla?

Cuando los estudiantes hacen los cálculos matemáticos, no se imaginan los problemas ni recurren a dibujos para resolverlos, por lo cual pierden la percepción real de la situación; se les orientó para que a través de un dibujo visualizaran mucho mejor el problema y entonces pudieran proponer una solución (fig 18).

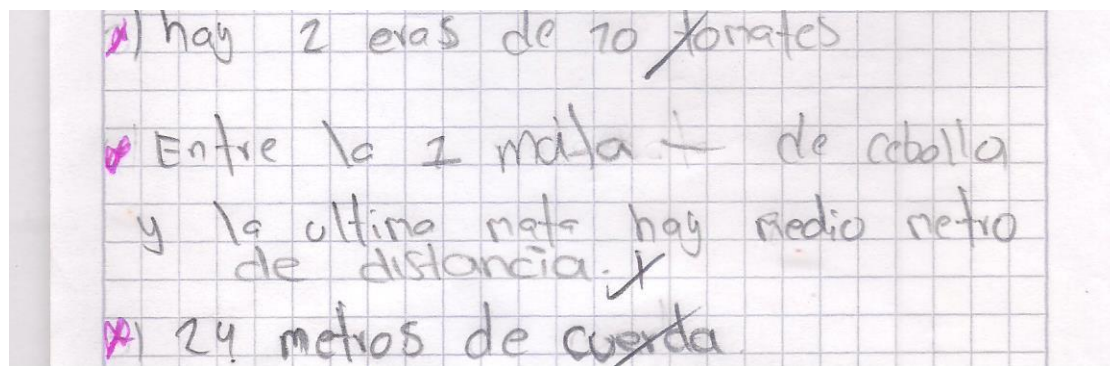


Fig 18 Los estudiantes no se apoyan con gráficos

Observación: muchos estudiantes establecieron que entre la primera y la última mata de cebolla había una distancia de medio metro, al considerar, probablemente tan solo el ancho de la era; otros estudiantes estimaron la distancia en un metro diez centímetros, suponiendo un espacio demasiado grande en los extremos de las eras; varios estudiantes no contestaron la pregunta y pocos acertaron en su respuesta.

Cinco estudiantes contestaron correctamente, correspondiendo a un 25%; doce estudiantes no comprendieron exactamente qué se les preguntaba y más grave aún, no pidieron orientación al

respecto (el 60%); finalmente el 15%, tres estudiantes, no contestaron la pregunta, posiblemente por falta de tiempo.

Pregunta 5. Cuando el tomate haya crecido se debe envarar o amarrar, si a cada mata se le debe poner una cuerda de 1,2 metros ¿Qué cantidad de cuerda se necesita en total?

Por la naturaleza de la pregunta los estudiantes debían leer muy bien el enunciado y no se podían dejar confundir con las preguntas anteriores, de hecho, este puede ser un error en el diseño de la situación didáctica, pues hay demasiada información y aparentemente contradictoria. Sin embargo, pretendía que los estudiantes infirieran, a raíz de la lectura, los datos que necesitaban para responder la pregunta adecuadamente (fig 19).

The image shows a student's handwritten work on a grid background. On the left, there is a calculation: a red '5)' is written next to a circled '30'. Below the '30' is a horizontal line, followed by '72', another horizontal line, '60', a third horizontal line, '30', and finally '360'. To the right of this calculation, the student has written 'Rta: en total se necesita 36,0 metros de cuerda'.

Fig 19 Confusión en los datos a utilizar

Observación: en este punto de la situación fueron muchos los estudiantes que no contaron con tiempo suficiente para completar el ejercicio. Aquí los estudiantes debían tomar un dato de una pregunta anterior, como lo era la cantidad de matas de tomate, por lo que si aquella pregunta la respondieron incorrectamente, se equivocarían también aquí, pero como lo que interesa es el procedimiento, acertaron en este sentido, lo cual sucedió con cuatro estudiantes.

La mitad de los estudiantes no contestaron la pregunta, la cuarta parte del total de estudiantes contestaron equivocadamente y tan solo una cuarta parte del grupo resolvió correctamente la cuestión.

Parte II: Trabajo en grupo

La conformación de los grupos ayudó mucho al esclarecimiento de muchas dudas, entre ellas cuál era la diferencia entre el surco y la era, cómo se debían tomar las medidas a la hora de sembrar, los márgenes que debían de tener en cuenta para poder distribuir las plantas, la adaptación a la realidad de la situación utilizando sus experiencias con este tipo de prácticas, entre otras.

Los estudiantes que resolvieron la primera pregunta correctamente tenían muy claro lo que habían hecho, por lo tanto no les fue difícil explicar a los demás el procedimiento; algo parecido sucedió con la segunda pregunta, fue interesante la discusión del porqué habían varias respuestas correctas, a pesar de que los valores numéricos no coincidían y les demoró bastante tiempo concluir que dependía de la forma en que contaran los días y aún si hacían restas y sumas, les podían ofrecer respuestas diferentes pero válidas.

La tercera pregunta fue más difícil de socializar por lo complejo del problema, se requirió que aquellos estudiantes que contestaron acertadamente se esforzaran por encontrar diferentes formas de explicar, para que sus compañeros entendieran el proceso seguido.

En la cuarta pregunta se hizo necesaria la intervención del docente, pues la explicación entre pares no fue clara, en cambio en la última pregunta todos entendieron la situación planteada sin necesidad de mayores argumentos, pues se limitaron a corregir errores meramente aritméticos.

Cabe anotar que, en éste como en todos los trabajos en grupo, se trató de combinar los estudiantes que resolvieron correctamente con aquellos que no lo hicieron, para que los primeros, multiplicaran los resultados obtenidos.

Comentario de la tercera situación didáctica

Como se comentó anteriormente, al aplicar esta situación, se pusieron en evidencia varios errores al momento de diseñar dicha situación, pues no existe coherencia entre el número de plantas que se dice se va a sembrar, con las eras de la pregunta tres, y aunque esto se puede resolver existe un vacío que los estudiantes no alcanzan a observar, pero que afea el diseño.

En ningún momento la intención fue complicar la situación, pero la misma tenía demasiada información y los jóvenes se confundieron fácilmente con este hecho, de manera que, para la situación modificada, que se expondrá más adelante, se debe tener en cuenta esto.

3.5.4.4. Análisis de resultados de la situación didáctica cuatro

Para finalizar las situaciones se concluye con la cosecha, parte culminante de la huerta y momento donde se ven todos los frutos de la misma. Inicialmente se plantea un balance de costos, luego un problema de lógica, finalmente vienen tres ejercicios de índole aditivo donde deben poner en práctica varias operaciones y el último de ellos involucra costos.

A diferencia de las situaciones anteriores, en ésta se le pide a los estudiantes que creen problemas referentes a la huerta, para lo cual se sugiere, se basen en los problemas planteados durante toda la secuencia didáctica, pero solamente un estudiante sigue estas indicaciones.

La metodología es igual a todas las situaciones didácticas anteriores: en dos sesiones de una hora, el curso realiza inicialmente el trabajo individual, sin ningún tipo de ayuda, posteriormente vienen las orientaciones, y finalmente se pasa al trabajo en subgrupos, en la segunda sesión .

En este punto de la investigación se espera que los estudiantes se hayan adaptado al plan de trabajo propuesto, de manera que puedan responder mejor a las cuestiones y al mismo tiempo asimilar mejor la metodología planteada, pues si bien al principio era algo nuevo para ellos, después de practicarlo varias veces ya debería resultar familiar.

A continuación, se hace un análisis de cada una de las preguntas que se debían responder en la situación cuatro:

Parte I trabajo individual

Pregunta 1. Suponiendo que se recogieron 15 libras de tomate, 10 de cebolla, ocho de zanahoria y siete de cilantro, si se hace un balance económico de los gastos invertidos y el dinero recibido al vender los productos ¿Cuál sería el resultado del ejercicio?

Varios de los estudiantes no conocían el término “balance”, y la expresión “resultado del ejercicio” les resultaba ajena. Por lo tanto, el primer paso fue explicarles estos términos para que ellos pudieran resolver la situación. Otro inconveniente encontrado fue la composición de operaciones, pues primero debían multiplicar y luego sumar en dos etapas, lo que les complica el trabajo además que omiten alguna etapa (fig 20).

SOLUCIÓN

1. 120.000	1.600
+ 50.000	2.400
-----	1.000
170.000	650

	5.650

Despues de 4 meses
20 abono en 4 meses.

Fig 20 Resolución donde se omiten etapas

Observación: al sumar los gastos los estudiantes no tuvieron problemas, pero al establecer las ganancias solamente tuvieron en cuenta el valor de los productos, pero no tuvieron en cuenta la cantidad de los mismos. Uno de los estudiantes sumó los gastos con la suma de ganancias antes descritas. Varios de los estudiantes encontraron bien las dos cifras, pero no realizaron ninguna operación entre ellas.

Resumiendo, los resultados, el 35% de los estudiantes respondió correctamente la pregunta, el 30% hizo una resolución parcial de la misma, el 15% contestó incorrectamente la pregunta y el 20% restante no contestó la pregunta, probablemente por la extensión de la misma.

Pregunta 2 Una vez se ha recogido el producto se deja descansar la tierra un mes, ¿En qué momento no habrá nada sembrado en la huerta?

Esta pregunta estuvo mal diseñada: la idea era que establecieran una relación entre varios periodos de tiempo, pero al resolver la situación práctica resulta que no existe un proceso matemático que resuelva la cuestión. Aun así, la mayoría de los estudiantes realizaron el

ejercicio y si bien no llegaron a una solución acertada, comprendieron qué era lo que se les preguntaba.

Observación: aunque la pregunta estuvo mal formulada se pueden considerar respuestas acertadas aquellas en que afirmaron que en doce meses no habría nada sembrado, respuesta dada por tres estudiantes. De igual manera otro estudiante argumentó que nunca descansaría la tierra, pues la respuesta correcta sería 91 meses, cosa que los estudiantes no podrían calcular. Por otro lado, hubo tres estudiantes que no consideraron siquiera la pregunta, el resto de estudiantes colocaron un número cualquiera, coincidiendo algunos en cuatro meses, talvez debido, a la siembra de cilantro.

Pregunta 3. Si la huerta produjo dos bolsas de cilantro y una caja de cebolla, ¿Cuántas matas se produjo de cada una?

Aquí se presenta un fenómeno parecido a un problema anterior. Este problema está dividido en dos partes y los estudiantes desarrollaron bien tan solo una de ellas, sabiendo que el razonamiento es el mismo, por lo que podría pensarse que puede ser un problema de concentración, pues los estudiantes deben remitirse al texto y tienen dificultad para comprender la pregunta (fig 21), pero solo dos de ellos decidió no responderla. Un estudiante totaliza todas las matas, cuestión que no era requerida.

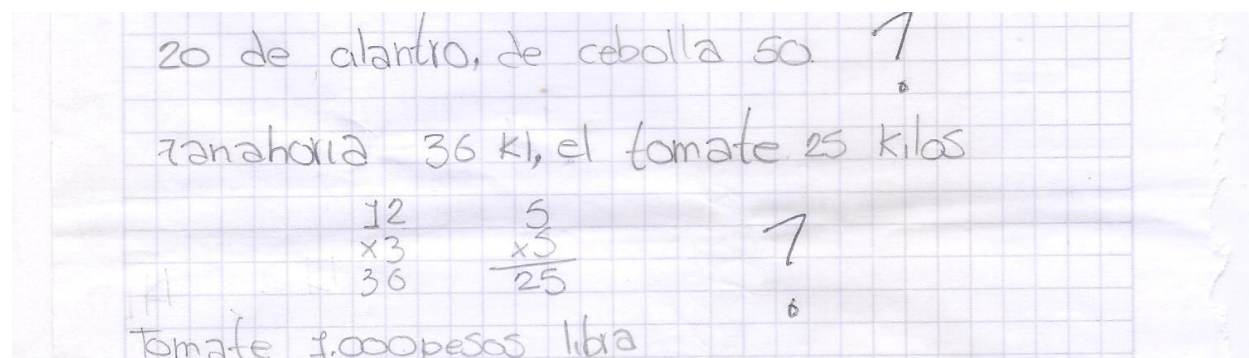


Fig 21 Resolución parcial del problema

Observación: un poco más de la mitad de los estudiantes encontraron una respuesta del problema, aunque fuera parcial del problema, algo más de la tercera parte no resolvió el problema correctamente, y tan solo dos no la respondieron. Los porcentajes fueron los siguientes: contestaron correctamente 20%, los que sumaron los subtotales 5%, respondieron parcialmente la pregunta 30%, contestaron incorrectamente 35% y el 10% no contestaron.

Pregunta 4. ¿Cuántos kilos de tomate y zanahoria se recogieron, en tres cajas de zanahoria y cinco de tomate?

Pregunta muy parecida a la anterior, pero con un ingrediente adicional, el convertir libras a kilos, y el objetivo más que convertir era indagar en su capacidad de comprensión, pues se esperaba que se cuestionasen al momento de sumar unos y otros (fig 15).

Observación: así como existe similitud con el problema anterior, las reacciones de los estudiantes también se parecen. Tres de ellos se confundieron con las libras; llama la atención que solo una estudiante respondiera con una suma total, y fuera la misma de la pregunta anterior. Así mismo cinco estudiantes respondieron correctamente la pregunta. Otros cinco, hicieron la mitad del ejercicio, seis contestaron incorrectamente y tres no contestaron.

Pregunta 5. Una familia puede necesitar en una semana unos tres kilos de tomate, dos libras de cebolla, un kilo de zanahoria y 2000 pesos de cilantro. ¿Cuánto gasta esta familia en un mes comprando estas hortalizas?

Siendo la última pregunta de la situación didáctica, se trató de plantearla con un poco más de complejidad, sin perder de vista que se quiere observar la habilidad de los estudiantes para resolver problemas aditivos, a la vez que las dificultades que presentan en su resolución. Aun así, gran cantidad de estudiantes no solo trabajaron la pregunta, sino que además la contestaron correctamente (Fig 22).

④ (en una semana)

3 kilos de Tomate = 6000

2 libras de cebolla = 2400

1 kilo de zanahoria = 1600

2000 = 2 (lantro) = 2000

= 12000 semana

= 48000 Años

Fig 22 Problema correctamente resuelto

Como sucede en la mayoría de las situaciones, la última pregunta es la menos contestada, muy probablemente por la falta de tiempo, hecho que hay que revisar para rediseñar la situación didáctica modificada.

Con respecto a la propuesta de crear problemas parecidos a los planteados, la respuesta es muy pobre al punto que solamente un estudiante planteó bien los tres problemas y otros dos plantearon problemas que o no estaban completos o no correspondían a la situación planteada.

Observación: de la cantidad de los estudiantes que contestaron la pregunta solamente uno obtuvo una respuesta totalmente incorrecta, seis contestaron correctamente destacando que a pesar de ser un problema de varias etapas completaron el proceso, seis de los estudiantes contestaron parcialmente la pregunta, equivocándose en las operaciones aritméticas y el resto de los estudiantes no contestaron la pregunta.

Parte II Trabajo en grupo

En la primera pregunta fue muy útil la discusión en grupo, pues no todos los estudiantes comprendieron las explicaciones brindadas, por parte del profesor, en la segunda parte del

trabajo individual, se ingeniaron ejemplos muchos más prácticos que sus propios compañeros entendieron fácilmente. Los estudiantes que habían resuelto el problema parcialmente, se dieron cuenta del error cometido, admitiendo descuido al momento de desarrollar el proceso. Fue un buen momento para hacer énfasis en la importancia de verificar la respuesta al final del procedimiento.

La segunda pregunta fue prácticamente omitida en esta fase. En la tercera pregunta los estudiantes que contestaron correctamente explicaron a los demás el porqué de sus errores, basados en una relectura de la situación, el socializar esta pregunta no representó ningún inconveniente para que los estudiantes corrigieran sus errores.

La cuarta cuestión, muy parecida a la anterior, representaba el problema de las unidades. El primer paso fue tomar conciencia de la diferencia entre kilos y libras, pues no era muy claro para todos. Sin embargo, como sucede en la mayoría de los casos, entre los estudiantes se entienden mucho mejor y aquellos que explican refuerzan sus conceptos.

Sorprendió gratamente la reacción del grupo ante la quinta pregunta, pues entendieron con mucha facilidad de qué se trataba, y sobre todo resultó curioso cómo aceptaron el hecho de que un mes eran cuatro semanas, ya que en problemas anteriores que debían completar el proceso no solamente no lo hacían, sino que no comprendían porqué lo debían hacer. Se ratificó el hecho que tenía problema de tiempo y disposición por ser la última pregunta.

Comentario de la cuarta situación didáctica

Siendo esta la última situación y en el papel, la más compleja, arrojó muy buenos resultados, en todas las preguntas, la mayoría de los estudiantes respondieron de forma aceptablemente correcta, con excepción de la segunda interrogante que estaba mal diseñada y por eso no la

pudieron resolver. Si bien, las preguntas completamente bien contestadas fueron pocas, se notó el interés por desarrollar los procedimientos adecuados.

En este punto de la investigación ya los estudiantes han entrado en la dinámica que en un primer instante les presentó dificultades. En un principio para ellos fue difícil enfrentarse solos al problema, debido tal vez a su inseguridad, inseguridad que puede ser atribuida a un método de enseñanza autoritario y que siempre impuso que la razón la tenía solamente el docente quien era el poseedor del saber. Otra ventaja fue el manejo de los tiempos, pues se mejoró mucho el ritmo con el que los estudiantes resolvían las cuestiones.

El trabajo en grupo fue además de productivo, ágil: los estudiantes se ayudaron con mayor facilidad, y la cooperación fue mucho más sincera, tratando de explicar cuestiones de las cuales ya se habían apropiado aquellos que entendían lo que habían resuelto.

3.5.5. Situación didáctica modificada

Teniendo en cuenta las observaciones hechas en la experimentación y buscando mejorar las situaciones para que los estudiantes, no solamente comprendieran el problema, sino que también pudieran resolverlo, se modificaron las situaciones de la siguiente manera:

Situación didáctica uno: encuesta

Una huerta es un espacio de la finca o de la casa dedicado a sembrar hortalizas y vegetales principalmente y para el consumo de la familia. La matemática nos puede ayudar para planear, construir y poner a producir una huerta casera. Los números son necesarios para que la planeación sea la correcta.

Para determinar la importancia de la huerta casera se llevará a cabo una encuesta con cinco vecinos de la vereda a quienes se le formularán las siguientes preguntas de manera que tienen tres opciones de respuesta a cada una: siempre, algunas veces y nunca.

- ¿Con qué frecuencia consume usted o su familia hortalizas?
- ¿Con qué frecuencia compra hortalizas?
- ¿Considera que es importante consumir hortalizas?
- ¿Le parece importante tener una huerta casera?

Y una pregunta abierta: ¿Cuál es su hortaliza preferida?

Una vez hecha la encuesta será un instrumento que nos servirá para determinar que productos debemos producir mayormente.

Elabore una tabla y un gráfico estadístico para cada una de las preguntas y a partir de ella responda las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los cuatro principales productos consumidos por los encuestados?

¿Sería conveniente sembrar hortalizas? ¿Por qué?

¿Cuáles hortalizas definitivamente no se deben sembrar?

Situación didáctica dos: preparación de la huerta

En la finca de don Francisco, padre de María que es estudiante de Tambores, hay un terreno disponible para la elaboración de la huerta. Si bien el terreno no es del todo plano sí existe muy buen espacio para la huerta, aunque es demasiado grande y se prefiere tomar solamente una parte de él. Don Francisco tenía un corral de 20 metros cuadrados y una manga de 45 metros cuadrados. Ahora solo queda el terreno, pero es demasiado grande, así que se tomará únicamente la tercera parte del mismo. ¿Cuántos metros cuadrados hay disponibles para la construcción de la huerta?

Una vez seleccionado el terreno se debe cercar. En total disponemos de 36 postes, de los cuales 20 van a lo largo. ¿Cuántos postes irían a lo ancho de la huerta?

Se cuenta con una malla de 20 metros de larga por metro y medio de alta, y se desea construir una huerta de 4,2 metros de ancho por 5,1 de largo ¿Cuál es la cantidad de malla necesaria para cerrar la huerta?

Debemos disponer de 10 eras y distribuirlas en cuatro tipos de vegetales distintos, si se decide sembrar tres eras de tomate y dos de cilantro ¿Cómo se deben distribuir otros dos vegetales?

Para abonar la tierra se cuenta con 10 kilos de gallinaza, 20 kilos de tierra de hormiga y se deben completar 150 kilos, en total de abono, agregando tierra negra. ¿Cuál es la cantidad de tierra negra necesaria?

Situación didáctica tres: siembra de la huerta.

Se ha determinado sembrar cilantro, cebolla larga, tomate y zanahoria. Para el cilantro se debe elaborar un semillero, se tienen dos libras de semillas y en cada libra hay aproximadamente 150 semillas que se deben repartir en ocho recipientes para que una vez hayan brotado, trasplantarlas a las eras. Si en el semillero de cilantro, en cada recipiente sembramos 40 semillas ¿Cuántas semillas sobran?

La cebolla se siembra directamente en las eras a distancia de 20 centímetros en dos surcos de ocho matas. La semilla de tomate se siembra a 30 centímetros en un solo surco, pero necesitamos mínimo tres eras, y la zanahoria a 25 centímetros en tres surcos y tres eras. En total tenemos unas 144 matas, tres eras de 16 cebollas cada una, dos eras de 18 zanahorias y dos de 27 matas de cilantro, ¿Cuántas eras y cuántas matas de tomate tenemos?

La huerta se debe regar día de por medio en invierno y todos los días en verano. Sembramos el 15 de enero y se debe regar a diario hasta el 10 de marzo. ¿Cuántos días, desde que se siembra hasta el 10 de marzo, se riega la huerta en verano?

Cuando el tomate haya crecido se debe envarar o amarrar. Si a cada mata se le debe poner una cuerda de 1,2 metros ¿qué cantidad de cuerda se necesita en total?

Situación didáctica cuatro: cosecha de las hortalizas

El cilantro se empacará en manojos de diez matas, bolsas de cinco manojos y cajas de seis bolsas; la cebolla en manojos de cinco matas, y cajas de diez manojos, la zanahoria bolsas de kilo y en cajas de 12 kilos y el tomate se empacará por libras en cajas de diez libras.

Al final del ejercicio resultaron los siguientes gastos: en semillas se gastaron 120.000 pesos, en abono, 50.000 y en el resto 100.000 pesos. De la producción una cuarta parte fue tomate, otro tanto de cilantro, un quinto de cebolla y un décimo de zanahoria. El tomate se vendió a 1000 pesos la libra, cebolla larga 2400 pesos el kilo, zanahoria 1.600 pesos el kilo, cilantro 650 pesos la libra.

Suponiendo que se recogieron 15 libras de tomate, diez de cebolla, ocho de zanahoria y siete de cilantro, si se hace un balance económico de los gastos invertidos y el dinero recibido al vender los productos ¿Cuál sería el resultado del ejercicio?

Si la huerta produjo dos bolsas de cilantro y una caja de cebolla, ¿Cuántas matas se produjo de cada una?

¿Cuántos kilos de tomate y zanahoria se recogió, en tres cajas de zanahoria y cinco de tomate?

Una familia puede necesitar en una semana unos tres kilos de tomate, dos libras de cebolla, un kilo de zanahoria y 2000 pesos de cilantro. ¿Cuánto gasta esta familia en un mes comprando estas hortalizas?

Con base en lo planteado hasta aquí, crear tres problemas matemáticos que puedan ser aplicados a cualquiera de las situaciones presentadas.

3.6. Análisis a posteriori

La última fase de la ingeniería didáctica recoge todos los datos obtenidos en la experimentación y hace un análisis de los mismos teniendo en cuenta el análisis a priori y la manera como los dos se relacionan. Es la etapa definitiva que llevará a la obtención de conclusiones para determinar, en este caso, cuáles son las principales dificultades que poseen los estudiantes para resolver problemas matemáticos de tipo aditivo.

3.6.1. Comparación entre los comportamientos esperados y los encontrados en la experimentación

En el siguiente apartado, detallaremos para cada ítem de las actividades, la comparación entre los comportamientos esperados por parte de los estudiantes y los comportamientos observados en la experimentación.

Situación didáctica uno: encuesta para hacer la huerta

Para la situación de la Encuesta se esperaba que los estudiantes indagaran por las respuestas a las preguntas planteadas en el cuestionario y luego de ello tabularan la información de manera que les sirviera para sacar algún tipo de observaciones, que además son sugeridas por medio de otra serie de preguntas, para finalmente sacar las conclusiones pertinentes.

Aun cuando los estudiantes no debían tener ningún problema para elaborar la tabla, plantearon que no sabían qué era ni cómo hacerla, evidenciando, por un lado, la falta de iniciativa y por otra, la poca permanencia de los conceptos aprendidos.

En la parte inicial de la encuesta donde se plantean las preguntas a realizar, los estudiantes recopilaban los datos con sus compañeros y obtuvieron respuestas de sí o no en vez de las cuatro opciones señaladas. Este episodio nunca se previó y por eso en la situación didáctica modificada se trató de simplificar un poco. Al momento de tabular la información se presentaron muchos inconvenientes debido a que no tenían claro cuál era la variable. No se previó tampoco que hicieran una sola tabla con todas las preguntas, debido a que la instrucción era muy clara una tabla por cada pregunta. Por eso se les insistió que leyeran muy bien el enunciado de tal manera que supieran qué hacer y no solamente hacer por hacer o sumar por sumar. Otro error frecuente era que las sumas parciales de las diferentes preguntas en las diversas categorías no totalizaba las diez personas encuestadas, y por ser un error tan trivial no se intuyó que pudiera suceder.

El hecho de que los estudiantes consignaran la palabra completa, de la respuesta, sí tenía mucha lógica y por lo tanto no se vio necesario anotarlo en el análisis a priori. Lo que sí fue una novedad era que encontraran una forma de conteo abreviada, pues es un recurso que inicialmente no se habría supuesto.

Llama la atención que los estudiantes no conocieran términos como “hortalizas” o si bien los conocían, no sabían su significado exacto, y esto influye en la comprensión lectora de los estudiantes, desde el punto de vista que conocen palabras, que creen saber que significan, pero cuyo concepto está distorsionado, lo cual tergiversa el sentido del texto.

Como se esperaba, los estudiantes no tuvieron dificultad para identificar cuáles eran las hortalizas de su preferencia, cuales se debía sembrar, cuáles no, cuáles las de mayor consumo. Solamente debían contar y establecer cuál era la cantidad mayor que correspondía a las hortalizas preferidas.

Situación didáctica dos: Preparación de la huerta

La segunda situación plantea la preparación de la huerta, debido a que se formulan problemas de fácil resolución acudiendo a operaciones de cambio y combinación, se esperaba que las primeras fueran mucho más fáciles de resolver que las segundas. Era de suponer, por ejemplo, que se les dificultara hallar el total del área. Se sabía que los estudiantes no manejan el concepto de perímetro, pero se pensaba que podrían deducir fácilmente la cantidad de malla necesaria para cercar. Los problemas con los decimales fueron una dificultad como se esperaba, así como el problema de los postes, que es de combinación, y les podía representar un inconveniente, sucede lo mismo con el problema del abono, especialmente porque al distribuir las eras se podían confundir, pues había varios posibles resultados.

La situación correspondiente a la construcción de la huerta no es resuelta de la mejor forma por parte de los estudiantes: por un lado, no tienen claros conceptos como perímetro, pero por otro no abstraen muy bien la operación que deben realizar una vez se les explica qué es perímetro. El área es otro concepto que los estudiantes no manejan.

Efectivamente, los estudiantes presentaron problemas al resolver las situaciones de combinación, las dificultades para el manejo de los conceptos como perímetro y área se hicieron evidentes, como se había previsto en el análisis a priori.

Como se previó los estudiantes tuvieron dificultades con la tercera parte del terreno, algunos encontraron el terreno total, pero se olvidaron de la tercera parte, en algunos casos, y en otros no sabían exactamente a qué se refería.

En el problema del perímetro, incluso algunos estudiantes a pesar de explicarles, el concepto respectivo de diferentes formas, no fue posible que interiorizaran la idea por lo cual fue imposible que resolvieran el problema.

Previamente se pensó que, aunque la quinta pregunta reiteraba procesos ya consultados presentara una leve dificultad, pues se preveía que la mayoría de los estudiantes alcanzaran un nivel aceptable en el desarrollo de la misma, pero no fue así.

Situación didáctica tres: siembra de la huerta

En el momento de sembrar y mantener la huerta los estudiantes debían apelar a conocimientos que no aparecen explícitos en las preguntas lo que representó un obstáculo para la mayoría de ellos, como se había previsto desde el comienzo.

Cuando los problemas tenían dos o más etapas los estudiantes presentaron dificultades para resolverlos, si los datos del problema no se evidenciaban en el texto, asumían que no existían, al igual que de pasar de una etapa verbal a una simbólica, pues representaba un obstáculo infranqueable. También se evidenció una dificultad con los números decimales. Lo que no se calculó con anterioridad fue que los estudiantes reaccionaran tan bien a las “cáscaras” que se les colocaron, como preguntar cuántas semillas sobraban cuando en realidad faltaban.

Ante una pregunta capciosa de este ejercicio se esperaba que los estudiantes no respondieran correctamente, más sin embargo, al menos la mitad de ellos supo realmente cuál era la situación

y qué debían responder. Se cometieron algunos errores aritméticos que no se preveían, pero en general la reacción fue muy positiva.

Se esperaba que el conteo de los días no les produjera ninguna dificultad, pero en la práctica los estudiantes se vieron confundidos: lo primero que hay que destacar, es que no sabían cuántos días tenía cada mes; tampoco encontraron la forma matemática para hacer las cuentas, así que contaron en un calendario y aunque las respuestas fueron diversas, el procedimiento utilizado fue el más lógico.

Con respecto a la pregunta tres, en el análisis a priori se consideró que los estudiantes tendrían complicaciones por la extensión del problema, lo que no se tuvo en cuenta era que omitieran la multiplicación, aunque se debe resaltar que la mayoría resolvió bien la pregunta. Sin embargo, los que fallaron, cometieron varios errores al mismo tiempo.

En la pregunta cuatro, por medio de la experimentación, se pudo observar lo mal que estaba planteada la pregunta: inicialmente hay muchos datos, algunos de ellos innecesarios, lo que complican la situación; después las condiciones de siembra no son del todo claras y la pregunta no es específica.

Con anticipación nunca se previó el manejo del tiempo, o si bien se hizo de manera informal, se calculó mal, de tal forma que al contestar esta la quinta pregunta se presentaron inconvenientes en la cantidad de estudiantes que no respondieron. Fueron muy pocos los estudiantes que contestaron bien, pero teniendo en cuenta el inconveniente anterior, se puede decir que el resultado es favorable a sabiendas que debían utilizar información referida más atrás.

Situación didáctica cuatro: Cosecha

El principal objetivo en el momento de hacer balance, basado en la cosecha, consistía en esperar que los estudiantes estuvieran motivados al pensar en la forma en que se desenvolvería el proyecto, pero el resultado final no fue tan bueno considerando lo dispendiosas que fueron las situaciones anteriores.

La extensión de las situaciones y la cantidad de las misma influyó en la actitud que asume el estudiante al realizarlas, a quien le agobia tanto trabajo y prefiere rendirse sin intentar nada. Si bien resolver un problema es una dificultad, el inventar problemas les causa aún más inconvenientes, hecho que se había previsto en el análisis a priori.

Al momento de realizar el trabajo grupal, se esperaba que confrontaran los diferentes resultados obtenidos individualmente para que validaran la información obtenida, esclareciendo las dudas que pudieran tener. Este punto se pudo haber logrado parcialmente con los estudiantes que aún mantenían el interés, que lamentablemente eran muy pocos.

Desde un comienzo se pensó que la extensión del problema influiría negativamente para la resolución del mismo. Por un lado, el estudiante siente tedio de responder y por otro necesita analizar muy bien para resolver correctamente, establecer una estrategia antes de aplicar operaciones, y comprobar la respuesta. Así pues, los resultados arrojados están distantes de los esperados, tal vez por la longitud de las situaciones planteadas.

Al plantear la pregunta dos, se pretendía que de una manera lógica se desarrollara la respuesta, que consiste en un procedimiento parecido a cuando se trabaja el máximo común múltiplo. Pero como no se hicieron las pruebas del caso, en el momento del diseño, al resolver el problema se notó que era muy difícil de solucionar.

Los estudiantes son muy buenos para resolver problemas de lógica y desarrollan sus propios procedimientos, que, si bien vistos desde el punto de vista estrictamente matemático no son bien razonados, utilizando el sentido común se llega a una respuesta correcta. Es el caso de las multiplicaciones que ellos desarrollan como sumas extendidas. Esta parte de la situación estaba considerada desde el mismo análisis a priori.

En la pregunta de los gastos de la familia, sabiendo que éste es un caso muy cercano o cotidiano para los estudiantes se, esperaba que lo visualizaran fácilmente, pero no fue así, pues, la cantidad de estudiantes que contestaron la pregunta aceptablemente bien fue muy baja. Lo que sí se había previsto era el hecho de que en este punto de la situación fueran varios los estudiantes que no contestaran la cuestión.

Como se había planteado en un principio la creación de problemas sería una dificultad en la situación didáctica, debido a que los estudiantes no están acostumbrados a este tipo de ejercicios; casi siempre se les pide que los resuelvan y casi siempre de forma automática.

En cuanto al trabajo en grupo, el comportamiento esperado era que los estudiantes simplemente se copiaran de aquellos que se suponía tenían las respuestas correctas, pero el resultado final fue gratamente sorpresivo, pues mostró que hubo compartir de opiniones respecto a los resultados obtenidos y pudieron observar lo diferentes que eran las respuestas y con un poco de orientación entendieron el porqué de ello.

Con respecto al trabajo en grupo de la situación didáctica tres, a diferencia de las anteriores situaciones, los estudiantes estaban desmotivados. En este punto de la investigación sentían cansancio, según ellos por la “repetidora” del mismo tema, y es probable que la situación se haya alargado demasiado. Lo que sí se pudo evidenciar, como se esperaba desde un principio, fue la

dificultad con los conocimientos de base, dado que muchas veces, aún sobre el trabajo en grupo, no se pueden esclarecer algunos conceptos básicos fundamentales para resolver problemas aditivos con números reales, como por ejemplo la multiplicación con números decimales, en la última pregunta.

3.6.2. Principales diferencias entre los resultados esperados y los observados

Como ya se ha analizado con anterioridad, en la encuesta donde se plantean las preguntas a realizar, los estudiantes recopilaron los datos con sus compañeros, obteniendo respuestas de sí o no en vez de las cuatro opciones señaladas. No se previó tampoco que hicieran una sola tabla con todas las preguntas, debido a que la instrucción era claramente realizar una tabla por cada pregunta. Por otro lado, las sumas parciales de las preguntas en las diferentes categorías no les arrojaban como resultado, las diez personas encuestadas; sin embargo, en la encuesta fue una novedad que los estudiantes encontraran una forma de conteo abreviada, pues esta parte si nunca se habría supuesto.

Para la preparación de la huerta no se contaba con que los estudiantes no conocieran términos propios de la misma, tampoco se predijo que en el trabajo en grupo los estudiantes compartieran opiniones, cuando comportamiento esperado era que simplemente se copiaran de aquellos que se suponía tenían las respuestas correctas. De otro lado en la pregunta: ¿Cuántos postes irían a lo ancho de la huerta? De antemano se sabía que por ser un problema aditivo de combinación los estudiantes tendrían dificultades, pero se esperaba que al menos la mitad de ellos logaran contestar la pregunta acertadamente, y que sino, establecieran una relación entre una cantidad y otra, pero no fue así.

Con respecto a la siembra, no se calculó previamente la buena reacción de los estudiantes ante las “cascaras”. El conteo de los días se esperaba no les produjera ninguna dificultad, pero en la práctica los estudiantes se vieron confundidos, no sabían cuántos días tiene cada mes, no encontraron la forma, matemática de hacer las cuentas. En esta etapa, muy especialmente, había dificultades en el diseño con el manejo del tiempo.

El principal objetivo, en el momento de hacer balance, era que los estudiantes estuvieran motivados al pensar en la forma en que se desenvolvería el proyecto, pero el resultado final no fue tan bueno, considerando lo dispendiosas que fueron las situaciones anteriores. Al momento de realizar el trabajo grupal, se esperaba que confrontaran los diferentes resultados obtenidos individualmente, para que validaran la información obtenida, esclareciendo las dudas que pudieran tener. Este punto se pudo lograr parcialmente con los estudiantes que aun mantenían el interés.

Se puede observar que, en general, a pesar de su origen campesino, la mayoría de los estudiantes son ajenos a las situaciones didácticas planteadas. Sabiendo que estas situaciones son cotidianas para los estudiantes, se esperaba que lo visualizaran fácilmente pero no ocurrió así.

3.6.3. Semejanzas entre lo esperado y lo observado:

Aunque en el momento de realizar la encuesta, como era de esperarse, la pregunta fue: ¿cómo se hace una tabla?, también se preveía que los estudiantes no tuvieran dificultad para identificar cuáles eran las hortalizas de su preferencia.

Hallar el total del área era una dificultad prevista, al igual que las operaciones con números decimales. El problema de los postes, que es de combinación, les podía representar un

inconveniente, lo mismo que el problema del abono, también al distribuir las eras, se debían confundir, pues hay varios posibles resultados.

Como se planteó en el análisis a priori, los estudiantes presentaron problemas al resolver las situaciones de combinación, las dificultades para el manejo de los conceptos como perímetro y área se hicieron evidentes, igualmente. También tuvieron dificultades con la tercera parte del terreno, algunos encontraron el terreno total, pero se olvidaron de la tercera parte, en algunos casos, y en otros no sabían exactamente a qué se refería. Hubo problemas con el perímetro y los problemas aditivos de combinación.

En el momento de sembrar y mantener la huerta los estudiantes deben apelar a conocimientos que no aparecen explícitos en las preguntas lo que representó un obstáculo para la mayoría de los estudiantes, como se había previsto desde el comienzo.

Cuando los problemas tienen dos o más etapas los estudiantes presentaron dificultades para resolver las situaciones, si los datos del problema no se evidencian en el texto asumen que no existen, al igual que pasar de una etapa verbal a una simbólica, lo que representa un obstáculo infranqueable, también se evidencia y se confirma una dificultad con los números decimales, por otro lado el inventar problemas, lo que les causa aún más inconvenientes, hecho que se había previsto en el análisis a priori.

En la situación didáctica de la cosecha las multiplicaciones que desarrollan los estudiantes como sumas extendidas estaban considerada desde el mismo análisis a priori. Como se había planteado en un principio la creación de problemas sería una dificultad en la situación didáctica debido a que los estudiantes no están acostumbrados a este tipo de ejercicios. Sin embargo, los

resultados obtenidos del trabajo en grupo correspondieron a los esperados, en el sentido que la cooperación fluyo de mejor manera, muy a pesar de la extensión de la secuencia didáctica.

3.6.4. Resultados finales de la aplicación de la secuencia didáctica.

Al final de la aplicación de la ingeniería didáctica para las situaciones diseñadas se puede evidenciar globalmente las dificultades de los estudiantes para resolver problemas aditivos con números reales, inicialmente se contemplaba las falencias en el momento de enseñar a resolver problemas por parte de los profesores, que empujados por un sistema, deben cumplir con unos requerimientos curriculares que buscan que los estudiantes desde muy temprano de su formación, no solo en matemáticas, sino también en el ámbito de lectura, arrojen unos resultados que en apariencia son buenos. En matemáticas se les exige que realicen las operaciones básicas, pero mecánicamente, por lo cual pierden poder de análisis, en la parte lectora lo que los estudiantes hacen es decodificar unos signos pero sin una comprensión de lectura y reflexión profunda. Un agravante viene adicionado por los padres de familia, que desean que sus hijos lean de corrido y repitan las tablas automáticamente, pero no les interesa si entienden lo que leen o saben utilizar la multiplicación como una herramienta para resolver problemas matemáticos.

En la aplicación de todas las secuencias didácticas es reiterativo la inseguridad de los estudiantes al momento de responder o abordar un problema, pareciese que prescindieran de la aprobación del docente para poder realizar los pasos que se requieren para resolver una situación problemática.

Los estudiantes automáticamente extraen los números del problema y buscan una operación donde utilizarlos, pero no hay una reflexión consiente acerca de que es lo que realmente esta

preguntado el problema por lo cual dan “palos de ciego”, en el momento de resolver el problema lo cual los lleva a cometer errores.

Un resultado que se puede considerar adverso, es no poder haber utilizado las situaciones como problemas familiares para los estudiantes, no conocían muchos de los términos utilizados en la huerta y al parecer nunca habían tenido contacto con la elaboración de una de ellas.

Se pretendía fortalecer la competencia de trabajo en equipo, destacando su diferencia con trabajo en grupo, pero tampoco se logró una cooperación igualitaria al momento de considerar las situaciones, pues generalmente uno de los estudiantes tomaba la vocería sobre los demás.

Representación estadística de la resolución de las situaciones.

Para resumir la forma en que los estudiantes resolvieron las situaciones didácticas se presentan las siguientes caracterizaciones:

3.6.4.1 Situación didáctica uno: encuesta inicial.

Para todas las situaciones didácticas, se elaboró un gráfico estadístico para ilustrar, en términos generales, la manera como los estudiantes respondieron a las preguntas planteadas:

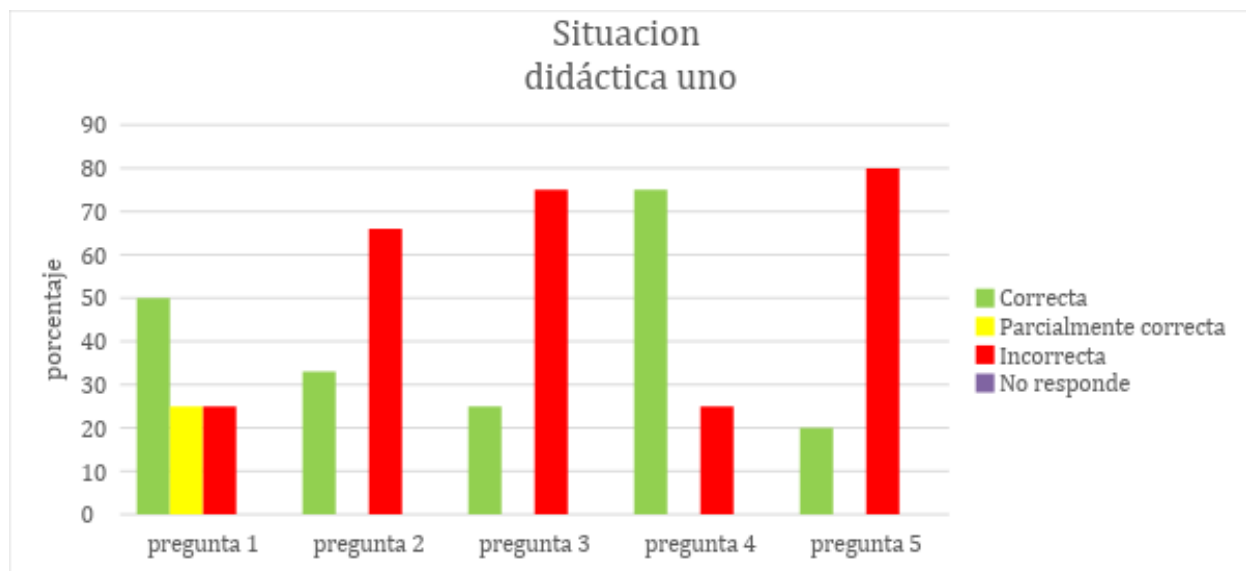


Fig 23 Respuestas a la encuesta inicial.

La mayoría de las respuestas de la primera situación fueron incorrectas. Todas las preguntas fueron contestadas. Solo una pregunta presentó respuestas que si bien no era la correcta evidenció que parte del problema se entendió.

3.6.4.2 Situación didáctica dos: preparación.

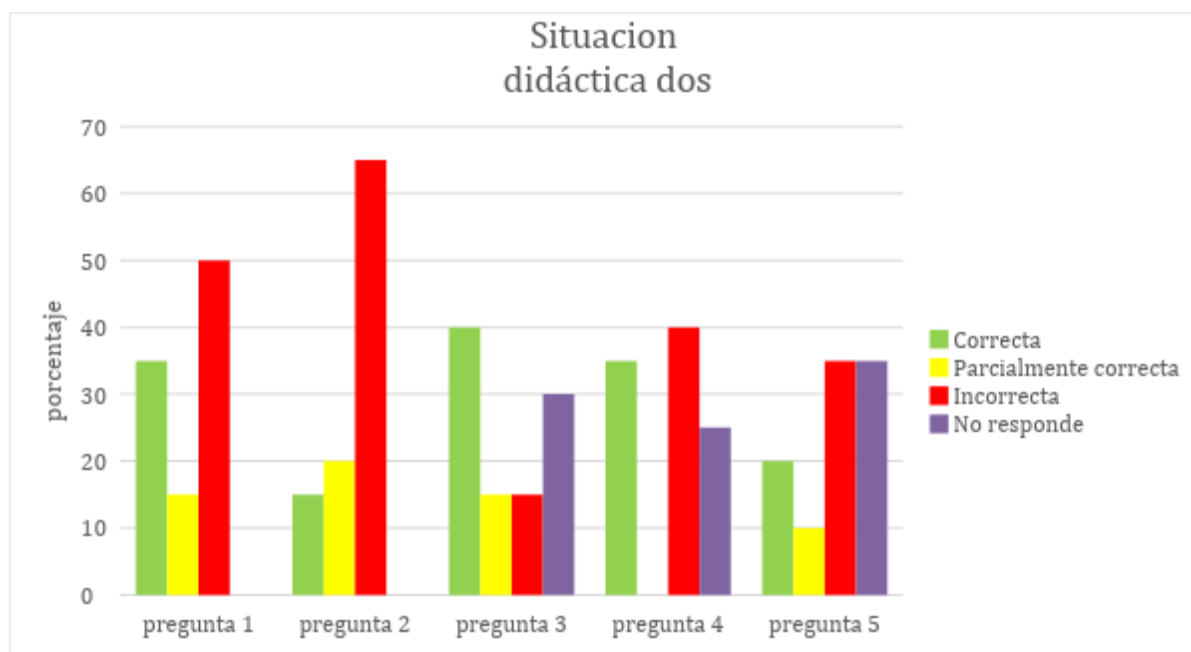


Fig 24 Respuestas a las preguntas correspondientes a la preparación.

La mayoría de las respuestas de la segunda situación fueron incorrectas. Tres de las preguntas no fueron contestadas por algunos estudiantes. Cuatro de las preguntas presentaron respuestas que se acercaron a la respuesta correcta.

3.6.4.3 Situación didáctica tres: siembra.

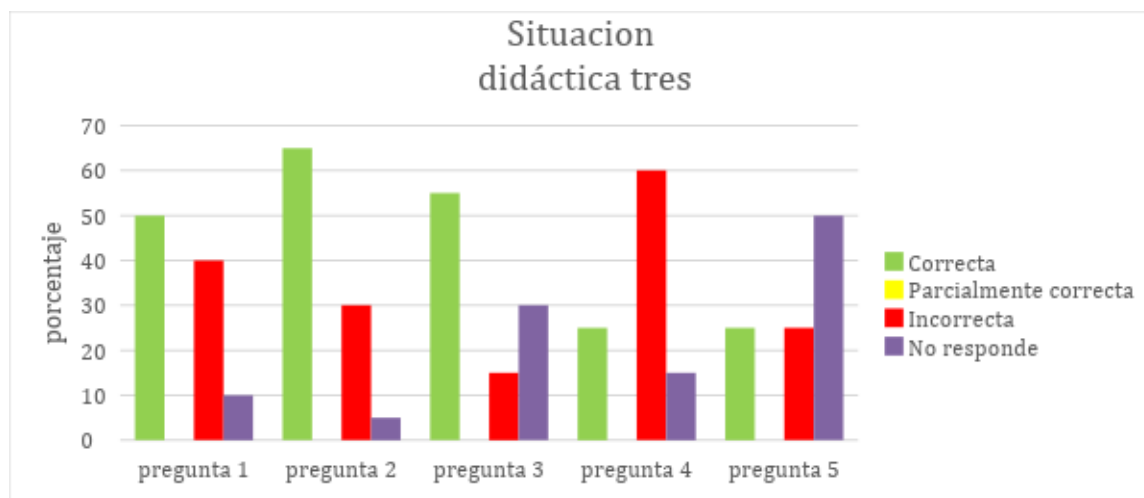


Fig 25 Respuestas correspondientes a la siembra.

Aunque en todas las preguntas, de la tercera situación didáctica, se presentaron estudiantes que no contestaron, la mayoría de los que sí lo hicieron, contestaron correctamente.

3.6.4.4 Situación didáctica cuatro: cosecha.

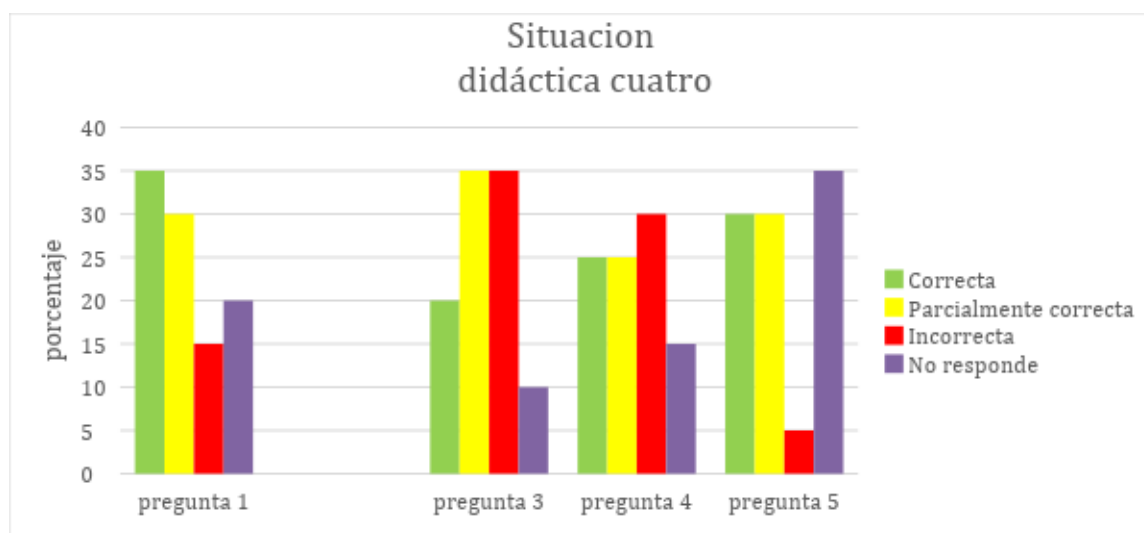


Fig 26 Respuestas relativas a la cosecha

Cabe recordar que la pregunta número dos para esta situación estuvo mal planteada por lo tanto no soporta ningún análisis.

En la situación correspondiente a la cuarta situación didáctica, predominan aquellas respuestas que resuelven parcialmente el problema debido a que los mismos poseen varias etapas y los estudiantes solamente desarrollan algunas de ellas, es apreciable la cantidad de estudiantes que no proponen ninguna respuesta.

3.6.4.5 Análisis pre test y post test

Antes de aplicar las situaciones se esperaba que los estudiantes tuvieran dificultades con conceptos como perímetro, área, números decimales, fraccionarios, problemas para resolver ejercicio de índole aditivo por combinación, inconvenientes con procesos deductivos, inconvenientes en los problemas de más de una etapa, poca lectura inferencial, individualismo, entre otras.

Una vez aplicadas las diferentes situaciones, se pudo establecer, que a medida que los estudiantes se apropiaban de la dinámica de la investigación, iban reconociendo falencias por sí mismos, como lo fue el hecho de requerir, siempre, ayuda del docente para resolver problemas, desde el punto de vista que debía indicárseles las operaciones a realizar.

Al establecer un comparativo entre la situación didáctica tres y su correspondiente situación modificada se pudieron obtener los datos presentados a continuación. Es importante aclarar que para la situación modificada los estudiantes trabajaron en grupos y además el análisis que se realizó fue de manera práctica y principalmente cualitativo.

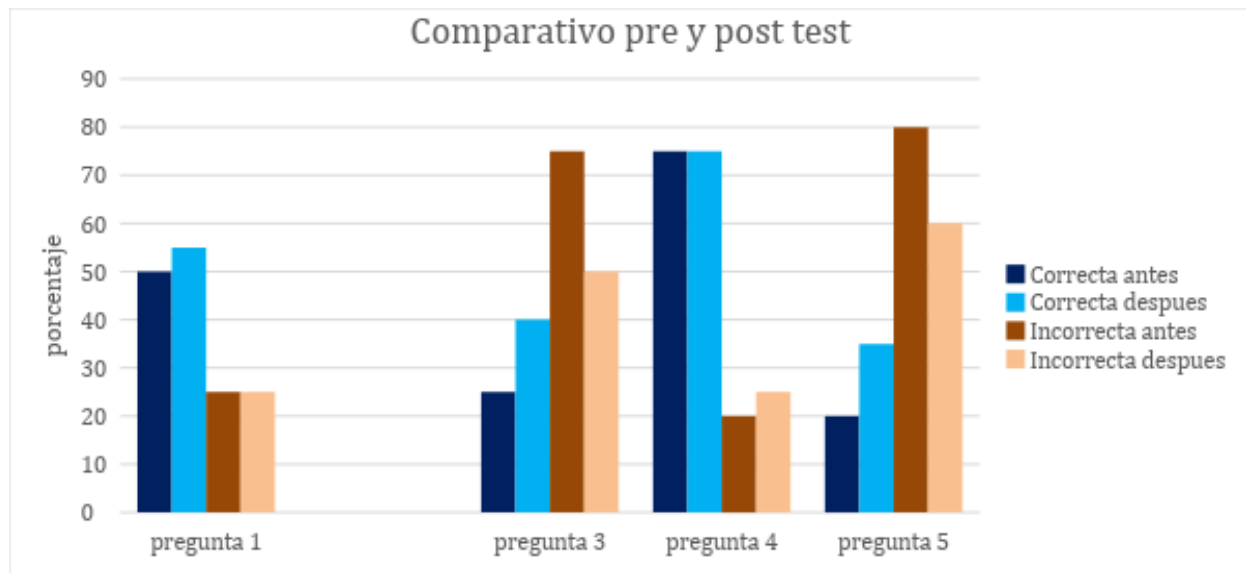


Fig 27 Comparativo estadístico para la situación tres.

Cuando se realizaron los trabajos en grupo se manejaron las situaciones modificadas; las observaciones hechas se basaron principalmente en las actitudes de los estudiantes ante las dificultades de algunos de los mismos y cómo interactuaban con sus pares de manera que los resultados cuantitativos se consideran muy poco.

4. Conclusiones y observaciones

4.1 Conclusiones

Las conclusiones obtenidas en este trabajo de investigación, en relación a los objetivos planteados al inicio de la investigación son:

4.1.1 En relación al objetivo general:

“Detectar algunas de las posibles razones por las cuales, los estudiantes de noveno grado de secundaria del sector de Tambores, tienen dificultades para resolver problemas matemáticos.”

Después de hacer un análisis preliminar con respecto a la forma en que se enseña la resolución de problemas matemáticos, en la escuela, teniendo en cuenta los aspectos cognitivos de los estudiantes, epistemológicos del objeto matemático y didácticos del entorno educativo, se procedió a diseñar cuatro situaciones didácticas que sirvieron como instrumento para identificar cuáles son aquellas dificultades que prioritariamente obstaculizan los procedimientos para resolver problemas matemáticos de tipo aditivo.

4.1.2 En relación al primer objetivo específico:

“Diseñar situaciones didácticas que permitan establecer el estado actual del aprendizaje matemático de los estudiantes de noveno grado de Tambores para resolver problemas.”

Una vez realizado el análisis preliminar se procedió a diseñar las situaciones didácticas para la elaboración de la huerta, comenzando con una encuesta encaminada a diagnosticar cuáles serían los puntos fuertes que ayudarían al momento de crear la huerta. A continuación, se diseñó la situación correspondiente a la construcción de la huerta, se plantearon situaciones que tenían que ver con la siembra de las verduras para finalmente concluir con la cosecha de las mismas.

4.1.3 En relación al segundo objetivo específico:

“Aplicar situaciones didácticas que permitan develar las posibles dificultades para resolver problemas matemáticos.”

Por medio de la experimentación en el aula, y a lo largo de ocho sesiones de una hora de duración, se aplicaron las situaciones didácticas diseñadas en la etapa de concepción de la estrategia para encontrar cuales eran las posibles causas por las cuales los estudiantes, de noveno grado de la Institución Educativa Rural Tambores, presentaban dificultades para resolver problemas matemáticos con sumas, restas y multiplicaciones haciendo uso de los números reales.

4.1.4 En relación al tercer objetivo específico:

“Analizar las situaciones didácticas aplicadas en cuanto a la forma como se desempeñan los estudiantes al momento de resolver problemas matemáticos.”

Mediante un análisis a posteriori se estableció la comparación de los resultados obtenidos con aquellos que se habían previsto en el análisis a priori, observando coincidencias y diferencias entre ambos análisis, para así concluir cuáles eran las dificultades más comunes que se presentaron, dentro de las que se destacan la mecanización de los procesos de enseñanza de las matemáticas, la falta de metodologías claras para resolver problemas y la baja motivación de los estudiantes ante las mismas, lo que influyó en un 60% para que lograsen alcanzar el objetivo.

4.2 Conclusión final:

A los estudiantes se les dificulta resolver problemas matemáticos con números reales por diversos motivos: los tres más influyentes son la mecanización, la metodología y la motivación. En el siguiente nivel encontramos la comprensión lectora y los conocimientos base y en menor medida una serie de causas que se pueden considerar de múltiple origen y baja influencia.

Es importante reiterar que los tres factores más importantes son la mecanización de los procesos, la metodología docente y la motivación de los estudiantes. Desde el preescolar se les enseña a los estudiantes a realizar operaciones matemáticas en forma mecánica de manera que no comprenden el porqué de las mismas, tampoco se les enseña un método para resolver problemas, por lo tanto, los pocos problemas que se resuelven no están permeados por pasos consientes que les ayuden a pensar más que en el problema en su resolución. A estos dos aspectos se les suma la falta de pertinencia en los contenidos matemáticos, lo que va creando una animadversión en los niños que ven la matemática, no solo como asignatura lejana a ellos, sino también de difícil aprendizaje, lo que a la postre se convierte en miedo hacia las mismas.

Otras causas que influyen en menor medida son: la comprensión lectora y los conocimientos de base. El nivel de comprensión de lo que leen los estudiantes es muy bajo, lo que impide que entiendan los problemas, que sumado al bajo nivel de conocimientos matemáticos dificulta la resolución de los mismos.

Muchos otros factores influyen el momento de evaluar las dificultades para resolver un problema: pocas veces se tiene en cuenta la forma en que aprenden los estudiantes y el hecho de que aprenden con diferentes estilos.

A lo anterior debe agregársele que para el estudiante es difícil trabajar en grupo, además de que no utiliza la imaginación y creatividad. Se le dificulta prestar atención y concentrarse al momento de solucionar problemas, lo que sumado a la falta acompañamiento adecuado desde la

familia hace que el estudiante no se responsabilice de su labor. Finalmente es importante señalar la responsabilidad del sistema educativo, quien desde sus políticas públicas no sólo manejan grupos muy grandes de estudiantes por docente, que no permiten un aprendizaje más personalizado, sino que también se suma, la falta de iniciativa para buscar alternativas pedagógicas para transmitir los conocimientos de manera tal que se genere un aprendizaje realmente significativo.

4.3 Observaciones

Si bien con las situaciones didácticas se pretendía evaluar cuáles eran las dificultades para resolver problemas, un efecto secundario fue que muchos de los estudiantes alcanzaron conocimientos de los cuales no se habían apropiado antes del ejercicio.

Habrá que decir, además, que la comprensión lectora y la resolución de problemas son dos procesos unidos por dos habilidades lógicas: el razonamiento inductivo y el deductivo, por lo que resulta necesario hacer un análisis más profundo, específico y especializado de este factor, para avanzar en el sentido que los estudiantes puedan resolver problemas de diversa índole. Sucede algo también similar con otro aspecto que queda pendiente de revisión y es el proceso de clasificar, como habilidad lógica.

Por medio del trabajo en grupo se llevó a cabo el proceso de devolución, enmarcado en la teoría de las situaciones didácticas, en el momento que unos estudiantes explicaban a otros, la forma en que debían responder correctamente las situaciones planteadas.

Finalmente, resulta fundamental establecer la diferencia entre un problema y un ejercicio, ya que este último es fácil de resolver pues se conoce el algoritmo que se debe aplicar, convirtiéndolo en un desarrollo mecánico y sin mayor reflexión, pero para que los estudiantes resuelvan problemas, desde preescolar, se les debe brindar un aprendizaje significativo que les ayude no tanto a resolver un procedimiento matemático, sino más bien que les enseñe a pensar matemáticamente, porque quien piensa matemáticamente podrá resolver no sólo un procedimiento enseñado, sino cualquier que se le presente: ese es el gran reto de las prácticas pedagógicas contemporáneas.

Bibliografía

Acuña, C. (1996). Un modelo de tratamiento didáctico para la enseñanza del razonamiento deductivo y de la demostración en el nivel medio superior. En F. Espinoza (Dir.): Investig. en Matemática Educativa, 93-109. Dpto. de Matemática Educativa. CINVESTAV-IPN. México: Grupo Edit. Iberoamericana.

Advíncula, E. (2010). Una situación didáctica para la enseñanza de la función exponencial, dirigida a estudiantes de las carreras de humanidades. Lima, Perú. Pontificia universidad católica del Perú.

Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica en educación matemática. Bogotá, Colombia. Una empresa docente.

Ausubel, D. (2002) Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva Barcelona: Paidós (trabajo original publicado en 2000)

Ausubel-Novak-Hanesian (1983). Psicología Educativa:Un punto de vista cognoscitivo. 2º Ed.Trillas México

Beck, M. (1999): Diseño e implementación de una estrategia de enseñanza de resolución de problemas matemáticos basada en el logro de un aprendizaje significativo en un grupo de alumnos de Quinto Año Básico.

Boyer, C. B. (1986). Historia de la matemática. Madrid, España. Alianza Editorial.

Brousseau, G. (1986). Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas.
Recuperado <https://es.scribd.com/document/197939686/FundamentosBrousseau-pdf>

Brousseau, G. (2007). Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. Buenos Aires: Editorial libros del zorzal

Casajús Lacosta, A. M. (2005). La resolución de problemas aritmético-verbales por alumnos con Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH). (Tesis doctoral). Universitat De Barcelona, Barcelona.

Conde Caballero, Y., Conde Caballero R. F. (2005). El alumnado de secundaria ante los problemas matemáticos.

Contreras, L. C. (2009). El papel de la resolución de problemas en el aula. Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología. Volumen 1, Número 1, p. 37-98

De Faria, E. (2006). Ingeniería didáctica. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática.

Figueroa, R. (2013). Resolución de problemas con sistemas de ecuaciones lineales con dos variables. Una propuesta para el cuarto año de secundaria desde la teoría de situaciones didácticas. Lima, Perú. Pontificia universidad católica del Perú.

Inostroza, F. Dificultades en la resolución de problemas matemáticos y su abordaje desde lo pedagógico: Un desafío pendiente para profesores y estudiantes. Fabián

Juidías Barroso, J. Rodríguez Ortiz I. R. (2005) Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos. Recuperado http://www.revistaeducacion.mec.es/re342/re342_13.pdf

Jurado, F. (2014). La lectura crítica: el diálogo entre los textos. Recuperado el 12 de febrero de 2016, de La lectura crítica: el diálogo entre los textos: <https://drive.google.com/file/d/0B23RDE0Mp6o0TW1zdXd4cnRYSXc/view>

Kolb, D. (1983). Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and

Development. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall.

Ministerio de Educación Nacional (2010). Matemáticas Escuela Nueva. Bogotá, Colombia. M. E. N.

Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares Básicos de Competencias. Bogotá, Colombia. M. E. N.

Nesher, P. (1982). Levels of description in the analysis of addition and subtraction word problems. New Jersey, U.S.A. Lawrence Erlbaum Associates.

Núñez, N. (2012). La resolución de problemas con inecuaciones cuadráticas. Una propuesta en el marco de la teoría de situaciones didácticas. Lima, Perú. Pontificia universidad católica del Perú.

Ocampo, T. (2010). Blog números y letras. Recuperado <http://blog.numerosyletras.com/2010/03/fundamentos-de-la-psicologia-historico-cultural-para-la-solucion-de-problemas-matematicos/>

Perez, G. (2016). Scribd. Recuperado <https://www.scribd.com/document/219711186/Perez-Gerardo>

Piaget J. (2001). Psicología y pedagogía Grupo Planeta

Polya, G. (1945). How to solve it. Princenton, USA. Princenton University press.

Puig Adam, P. (1960). La Matemática y su enseñanza actual. Madrid: Ministerio de Educación Nacional.

Riveros, M, et al (2000): Habilidades de pensamiento metacognitivo y resolución de problemas matemáticos. Boletín de Investigación Educativa. Vol 15 (1), Pp. 89 – 107.

Sadovsky, P. (2005). “La teoría de las Situaciones Didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática”. En: H. Alagia, A. Bressan y P. Sadovsky (eds.).

Reflexiones teóricas para la educación matemática, Buenos Aires: Libros del Zorzal.

pp. 13-65.

Sigarreta, J. M, Rodríguez, J. M, Ruesga, P. (2006). La resolución de problemas: una visión histórico-didáctica. Caracas, Venezuela. Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, Vol. XIII, No.1

Socas, M. M., Hernández, J., Y Palarea, M. M. (2014) Dificultades en la resolución de problemas de matemáticas de estudiantes para profesor de educación primaria y secundaria. Recuperado <http://funes.uniandes.edu.co/5355/1/Socas2014DificultadesInvestigaciones.pdf>

Socas, M. M. (1997). La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria. Recuperado <https://laurabrichetti.files.wordpress.com/2010/12/socas-robayna-dificultades-errores-y-obstaculos-en-el-azaje-de-la-matematica.pdf>

Vygotsky, L. S. (1987): Historia del desarrollo de las Funciones Psíquicas Superiores, Ed. Científico Técnica, Ciudad de la Habana Cuba.

Vygotsky L. S. (2000) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores Grupo Planeta (GBS).

Villalobos, X. (2008): Resolución de problemas matemáticos: un cambio epistemológico con resultados metodológicos. Revista REICE. Vol 6 (3)

<http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-94519.html>).

Anexos

Anexo 1. Encuesta preliminar

Una familia puede necesitar en una semana unos 3 kilos de tomate, 2 libras de cebolla, un kilo de zanahoria y 2000 pesos de cilantro. La cebolla es a 2000, el tomate a 1800 y la zanahoria a 3000 el kilo. Cuánto gasta esta familia en un mes comprando estas hortalizas.

Queremos colocar carteles, en el huerto escolar, indicando los nombres de los productos agrícolas sembrados, para ello dos estudiantes han traído listones de madera. María trae un listón de 70 centímetros y Pablo otro de 120 centímetros. Queremos cortarlos en trozos iguales. ¿Cuál es el mayor tamaño que pueden tener los trozos?

Juan se ha comprado un terreno con un huerto de manzanos, naranjos y una casa preciosa. Calcula cual es la superficie de su huerto y la de su casa, si tenemos en cuenta que el terreno mide 20m de largo por 14 m de ancho y la casa está situado sobre él, siendo las medidas de ésta 10m de largo por 9 de ancho.

PREGUNTAS:

1. ¿Qué es una huerta?
2. ¿Qué tipos de huertas conoce?
3. ¿Cómo nos puede ayudar la matemática a planear una huerta?
4. ¿Cuánto gasta la familia del problema en una semana en hortalizas?
5. ¿Qué operación matemática necesitamos para resolver el problema de los listones?
6. ¿Cómo se halla el área de una superficie conociendo al largo y el ancho?
7. Para una torta de zanahoria José necesita 9 zanahorias.
¿Cuántas zanahorias necesita para hacer 3 tortas de zanahorias iguales?

Anexo 2. Resultados de la situación correspondiente a la encuesta.

Pregunta	a		b		C		d		e		f		g		h		i		j	
	f	fr	f	fr	f	fr	f	fr	f	fr	f	fr	f	fr	f	fr	F	fr	f	fr
Siempre	16	53%	18	60%	11	36%	7	23%	6	20%	1	3%	11	36%	20	66%	18	60%	14	46%
Casi siempre	11	36%	6	20%	10	33%	3	10%	13	43%	6	20%	11	36%	7	23%	2	6%		
Algunas veces	3	10%	6	20%	6	20%	13	43%	8	26%	15	50%	5	16%	2	6%			6	20%
Nunca					3	10%	7	23%	3	10%	8	26%	3	10%	1	3%	10	33%	10	33%
total	30	99%	30	100%	30	99%	30	99%	30	99%	30	99%	30	98%	30	98%	30	99%	30	99%